

Johanna Lankinen

Vettä säästävät rakennusratkaisut

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
Päivämäärä 05.05.2012

Tekijä Otsikko	Johanna Lankinen Vettä säästävät rakennusratkaisut
Sivumäärä Aika	70 sivua + 6 liitettä 05.05.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelupainotteinen
Ohjaajat	ympäristöpäällikkö Ken Dooley lehtori Erkki-Olavi Sainio
<p>Insinöörityössä oli tavoitteena tutkia LEED™ (Leadership in Energy and Environmental Design)- ja BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Method) -ympäristösertifiointijärjestelmien vesiluokkien pisteiden muodostumista ja erityisesti pisteiden perustana olevia laskelmia. Olennainen osa insinöörityötä oli myös vettä säästävillä rakennusratkaisulla ja toimintaperiaatteilla sekä niiden yhteensovittamisella Suomalaiseen lainsäädäntöön.</p> <p>Tutkimusmenetelminä on käytetty pääasiassa kirjallisuustutkimuksia ja asiantuntija haastatteluja. Haastatteluilla pyrittiin selvittämään erityisesti suunnittelijoiden ja suomalaisten viranomaistahojen suhtautumista sertifiointijärjestelmien tiukkoihin määräyksiin. Kirjallisuustutkimukset perustuvat pääasiassa LEED™- ja BREEAM-sertifiointijärjestelmien omiin oppaisiin ja verkkomateriaaleihin. Lähes kaikki lähdeaineisto on käännetty englannin kielestä.</p> <p>Insinöörityössä selvennettiin, mitä vettä säästävät rakennusratkaisut LEED™- ja BREEAM-sertifiointijärjestelmien silmin tarkoittavat sekä millaisia toimenpiteitä täysien pisteiden ansaitsemiseksi olisi vesiluokissa tehtävä. Laskelmien pohjalta havaittiin, että Suomessa on todella vaikea ylittää pisteille vesikategorioissa jo entuudestaan tiukkojen rakentamismääräysten vuoksi. Pisteiden ansaitsemiseksi projektien täytyisi ryhtyä edelläkävijöiksi Suomessa ja kierrättää kiinteistössä esimerkiksi sadevettä tai harmaavettä.</p> <p>Insinöörityöstä saatiin suunnittelijoiden käyttöön kattava ja informatiivinen suomenkielinen opas LEED- ja BREEAM-sertifiointijärjestelmien toimintaperiaatteisiin, pistejärjestelmiin sekä vesikategorioiden laskelmiin. Sisältöä voidaan myös pilkkoa myöhempää käyttöä varten esimerkiksi erillisiksi ohjeiksi tai tietopaketeiksi asiakkaita varten.</p>	
Avainsanat	LEED, BREEAM, ympäristösertifiointijärjestelmä, tehokas vedenkäyttö

Author Title	Johanna Lankinen Low water consuming building designs
Number of Pages Date	70 pages + 6 appendices 5 May 2010
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructors	Ken Dooley, Sustainability Group Manager Erkki-Olavi Sainio, Lecturer
<p>The aim of final year project was to study how the points are gathered and calculations done in the categories for water in LEED™ (Leadership in Energy and Environmental Design) and BREEAM (Building Research Establishment's Environmental method) environmental certification systems. Another essential issue of the project was the low water consuming building designs and how to apply them together with Finnish legislation. The main method used in the project was literary research. Specialist interviews were used to find out how Finnish authorities and designers feel about the strict regulations of the certification systems.</p> <p>The final year project shows what LEED™ and BREEAM certification systems consider as low water consuming building designs, and what needs to be done for achieving full credits in the categories for water. The calculations show that it is extremely difficult to achieve the credits in Finland because of the high standards of building legislation. It is possible to achieve the credits by recycling gray water or by collecting rainwater, but these systems are rare in Finland.</p> <p>As a result, the final year project gives designers a comprehensive and informative Finnish guide to the operations, point systems and categories of water calculations of the LEED™ and BREEAM certification systems. For later use, the Bachelor's thesis can be divided in separate guides or information packages.</p>	
Keywords	LEED, BREEAM, environmental certification system, effective water use

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Veden käyttö Suomessa	2
2.1	Veden tasot	2
2.2	Viranomaisnäkökulma	3
3	Leadership in Energy and Environmental Design	5
3.1	LEED™-sertifiointijärjestelmän tausta ja luokat	5
3.2	Pistejärjestelmä	6
3.2.1	Minimum Program Requirements	6
3.2.2	LEED™-sertifiointijärjestelmän osa-alueet	8
4	LEED™ 2009 Tehokas vedenkäyttö	11
4.1	Tehokkaan vedenkäytön pisteluokka	11
4.2	WE perusedellytys 1: veden kulutuksen väheneminen	12
4.2.1	Vaatimuksen täyttäminen	12
4.2.2	Suunnittelu	13
4.2.3	Laskelmat	14
4.2.4	Esimerkkilaskelma	20
4.3	WE 1: Vettä säästävä viherrakentaminen	23
4.3.1	Pisteiden jakautuminen	23
4.3.2	Suunnittelun kulku	25
4.3.3	Käytettävät järjestelmät	27
4.3.4	Laskelmat	29
4.3.5	Esimerkkilaskelma	34
4.4	WE 2: Innovatiiviset jätevesiteknologiat	36
4.4.1	Pisteiden jakautuminen	36
4.4.2	Suunnittelu	37
4.4.3	Laskelmat	39
4.5	WE 3: Veden kulutuksen vähentäminen	40
5	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method	42
5.1	BREEAM-sertifiointijärjestelmän tausta	42
5.2	BREEAM-sertifiointijärjestelmän versiot	44

6	BREEAM Europe Commercial	45
6.1	Sertifioitavat projektityypit	45
6.1.1	Shell and Core -rakennukset	46
6.1.2	Usean rakennuksen sertifiointi	49
6.2	Sertifioitavat rakennustyytit	49
6.3	Pistejärjestelmä	51
6.3.1	BREEAM-sertifioinnin osa-alueet	51
6.3.2	Luokitukset ja arvostelu	53
6.4	Water-Vesi	58
6.4.1	Wat 1 – veden kulutus	58
6.4.2	Wat 2 – veden mittaus	62
6.4.3	Wat 3 – vuodonilmaisimet	63
6.4.4	Wat 4 – vesitilojen keskitetyt sulut	64
6.4.5	Wat 6 – kastelujärjestelmät	65
6.4.6	Wat 7 – autonpesu	66
6.4.7	Wat 8 – kestävä kiinteistökohtainen veden käsittely	66
7	Yhteenveto	68
	Lähteet	69
	Liitteet	
	Liite 1. LEED™ WE perusedellytys 1, laskut	
	Liite 2. LEED™ vettä säästävä viherrakentaminen, laskut	
	Liite 3. LEED™ innovatiiviset jätevesiteknologiat, laskut	
	Liite 4. LEED™ veden kulutuksen väheneminen, laskut	
	Liite 5. BREEAM – kokonaisarvosanan laskeminen	
	Liite 6. BREEAM Wat 1 - veden kulutuksen laskenta	

Lyhenteitä ja käsitteitä

BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Method. Rakennusten ympäristömenetelmien tutkimusjärjestelmä. Iso-Britanniasta lähtöisin oleva rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmä.
BRE	Building Research Establishment. Rakennusten tutkimusjärjestelmä. Iso-Britanniasta lähtöisin oleva rakennusten tutkimusjärjestelmä, joka hallinnoi ja valvoo BREEAM-sertifiointia.
CS	Core & Shell. (Rakennuksen) sisus ja runko. LEED-sertifioinnin hakemusluokka.
ET	Evapotranspiration rate, haihtumiskerroin. Kuvaa maaperästä haihtuvan veden ja kosteuden määrää.
FTE	Full Time Equivalent. Koko ajan ekvivalentti. Arvot kuvaavat sitä, kuinka monta kertaa yksi henkilö käyttää vesikalustetta päivän aikana.
gal	Gallon, gallona. Yhdysvaltalainen mittayksikkö. Yksi gallona on 3,7854 litraa.
gpc	Gallons per cycle, gallonaa per ajanjakso. Yhdysvaltalainen mittayksikkö.
gpf	Gallons per flush, gallonaa per huuhtelu. Yhdysvaltalainen mittayksikkö.
gpm	Gallons per minute, gallonaa minuutissa. Yhdysvaltalainen mittayksikkö.
IE	Irrigation efficiency, kastelutehokkuus. Kuvaa järjestelmäkohtaista kastelun hyötysuhdetta.
in	Inch, tuumaa. Yhdysvaltalainen mittayksikkö. Yksi tuuma on 25,40 millimetriä.
k_d	The Density factor, tiheyskerroin. Kuvaa kasvilajien määrää ja kokonaislehtialuetta.
K_L	The Landscape coefficient, aluekerroin. Kuvaa veden haihtumisen ja vaihtelevuuden määrää kasvilajien, mikroilmaston ja kasvien istutustiheyden välillä.
k_{mc}	The microclimate factor, mikroilmastokerroin. Kuvaa tontin ympäristön oloja, lämpötilaa, tuulisuutta ja kosteusarvoa.
k_s	The Species factor, lajikerroin. Kuvaa kasvilajien tarvitsemaa vedenkuluusta.
LEED™	Leadership in Energy and Environmental Design. Energia- ja ympäristösuunnittelun johtaja. Yhdysvaltalainen rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmä.

n/a	Not applicable, ei sovellettu. Käytetään taulukoissa ilmaisemaan sitä, että kyseiselle kohdalle ei voi määrittää arvoa.
NC	New Construction. Uudisrakennukset. LEED-sertifiointin hakemusluokka.
sf	Square feet, neliöjalka. Yhdysvaltalainen mittayksikkö. Yksi neliöjalka on 0,0929 neliömetriä.
TPWA	Total potable water applied, talousveden kokonaiskulutus. Käytetään tunnuksena LEED-laskelmien talousveden kokonaisvedenkulutuksen laskennassa.
TWA	Total water applied, kokonaisvedenkulutus. Käytetään tunnuksena LEED-laskelmien kokonaisvedenkulutuksen laskennassa. Kokonaisvedenkulutus voi sisältää muitakin vedenlähteitä kuin talousvettä.
USGBC	United States Green Building Council. Yhdysvaltojen vihreän rakentamisen neuvosto. Elin, joka hallinnoi ja valvoo LEED-sertifiointia.

1 Johdanto

Vedenkulutus on tärkeä osa maapallomme hyvinvointia. Hyvinvointivaltioissa, kuten Suomessa, vesipula tuntuu kaukaiselta asialta, mutta monissa maissa se on kasvava ongelma. Ympäristöarvojen kasvaessa ja etsiessä paikkaa meissä jokaisessa voidaan toimivilla, vettä säästävillä taloteknisillä ratkaisuilla muuttaa veden käyttöä entistä kestävämpään suuntaan ja turvata veden riittävyys myös tuleville sukupolville.

Kasvava huoli ympäristömme kestävydestä on tehnyt tilaa LEED™ 2009:n (Leadership in Energy and Environmental Design) ja BREEAM 2009:n (Building Research Establishment's Environmental Method) kaltaisille sertifiointijärjestelmille. Ympäristösertifioidun kiinteistön edut ovat saaneet myös suomalaisten rakennuttajien ja tilaajien mielenkiinnon, ja ympäristösertifiointi onkin kasvattanut viime vuosien aikana suosiotaan rakennusmarkkinoilla.

Koska lähes kaikki suunnitteluaineisto on tällä hetkellä saatavilla vain englannin kielellä, tästä opinnäytetyöstä tahdotaan suomenkielinen suunnittelu- ja tieto-opas Insinööri-toimisto Olof Granlund Oy:n käyttöön. Tavoitteena on luoda suunnittelijoille helposti lähestyttävä ohje LEED™- ja BREEAM-sertifiointijärjestelmiin, niiden pisteytykseen ja laskelmiin sekä saada toimistolle sertifiointien vesikategorioihin perehtynyt henkilö. Olennaisena osana insinöörityötä tulevat olemaan myös suomalaiset viranomaismääräykset suunnittelua rajoittavana tekijänä.

Insinöörityössä käytetään hyväksi LEED™- ja BREEAM-sertifiointijärjestelmien omia oppaita, sertifioinneista tehtyä kirjallisuutta sekä asiantuntija haastatteluita. Jokaisesta LEED™ 2009 Tehokas vedenkäyttö -kategoriaan kuuluvasta osa-alueesta sekä BREEAM Wat 1 -kategoriasta tehdään esimerkkilaskelmat helpottamaan työn luettavuutta. Laskelmilla on myös tarkoitus selventää eri toteutusvaihtoehtojen eroja veden säästön kannalta. Opinnäytetyön pääpaino tulee olemaan LEED™-sertifiointissa sen sisältämien laskelmien laajuuden vuoksi.

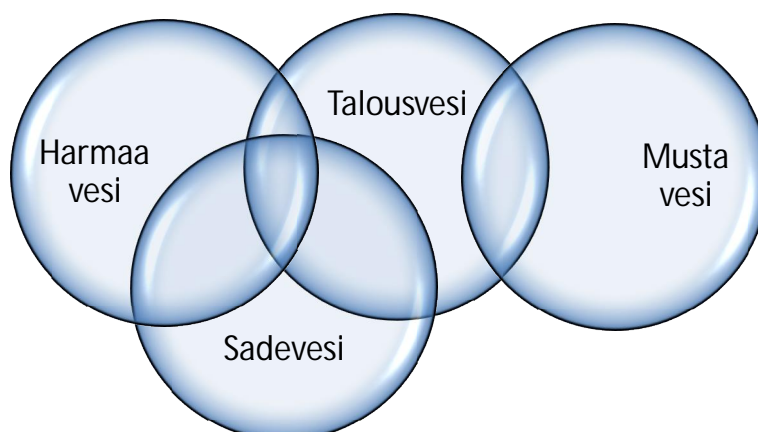
2 Veden käyttö Suomessa

2.1 Veden tasot

Sertifiointijärjestelmissä puhutaan talousvedestä, sadevedestä, harmaasta vedestä ja mustasta vedestä sekä näiden sovellustarkoituksista. Talousvesi on se vesi, joka tulee kunnallista vesijohtoverkostoa pitkin rakennukseen. Talousvesi on käsiteltyä vettä, jossa ei ole mitään eliöitä tai aineita siinä määrin, että niistä koituisi haittaa ihmisten terveydelle. Suomessa kuntien terveystoimikunnat valvovat talousveden laatua. Tällä hetkellä talousvesi on eniten käytetty vesilaatu Suomessa. (1)

Riippuen eri valtioiden määräyksistä ja laeista kerättyä sadevettä voidaan käyttää juomakelvottomiin tarkoituksiin, kuten pihojen ja istutusten kasteluun, WC-huuhteluun, maatalouteen, pölyn hallintaan, maaperän tiivistykseen ja erilaisiin prosesseihin kuten betonin valmistukseen ja voimalaitosten jäähdyttämiseen. Suomen määräyksiä on selvitetty seuraavassa luvussa.

Harmaan veden on tyypillisesti arvioitu olevan käsittelemätöntä jätevettä, joka ei ole ollut kontaktissa WC-jätteiden kanssa. Harmaata vettä on esimerkiksi suihkun-, altaiden-, kylpyjen- ja pesukoneiden vesi. Altaista otetusta harmaasta vedestä pois luetaan keittiön allas. Harmaata vettä voidaan käyttää sisä- ja ulkokäyttöön. Pääasialliset käyttökohteet ovat ulkona pihojen ja istutusten kastelu ja sisätiloissa vessojen ja urinaalien huuhtelu. Harmaata vettä voidaan käyttää myös rakennustoiminnassa, betonin sekoituksessa ja voimalaitosten jäähdyttämisessä. Mustalla vedellä ei ole maailmanlaajuisista tarkkaa määritelmää, mutta sen on yleisesti ajateltu käsittävän WC:n, urinaalin ja keittiön altaan veden. Mustaa vettä ei voi kierrättää sen sisältämien saasteiden vuoksi. (2, s. 273–274.) Kuvassa 1 on esitetty veden tasojen suhteet toisiinsa.



Kuva 1. Veden tasojen suhteet. Talousvedestä tulee käytön jälkeen harmaavettä tai mustaa vettä. Mustaa vettä ei voi kierrättää. Harmaavedellä ja sadevedellä voidaan korvata osa käytettävästä talousvedestä eli niitä voidaan kierrättää. Sadevettä ja harmaavettä voidaan käyttää myös sekoitettuna.

Vähentämällä veden määrää, jota käytetään urinaaleihin, WC-pönttöihin, suihkuihin ja hanoiin, vähennetään samalla järvistä, joista, pohjavesistä ja muista veden lähteistä otettavan veden määrää. Vähentämällä käytettävän talousveden määrää suojellaan luonnollista veden kiertokulkua ja säästetään vedenlähteitä myös seuraaville sukupolville. Samalla vähennetään talousveden valmistukseen käytettävän energian määrää, kemikaalien ja laitosten kuormitusta sekä niiden tuottamien ja kuljetuksesta johtuvien kasvihuonepäästöjen määrää. Siinä missä veden tehokkaalla käytöllä on ympäristöystävällisiä vaikutuksia, sillä on myös taloudellisia vaikutuksia. Riippuen toteutustavoista, tehokas vedenkäyttö voi leikata rakennuksen käyttökustannuksia vesi- ja jätevesimaksuissa, energialaskuissa sekä pihanhoitokustannuksissa. (3, s. 167.)

2.2 Viranomaisnäkökulma

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1 (4) määrittelee vesi- ja viemärlaitteistojen vaatimukset. D1 ei suoraan kiellä harmaanveden tai sadeveden käyttöä esimerkiksi kiinteistön vessojen ja urinaalien huuhteluun tai pihojen kasteluun. D1 kuitenkin asettaa näiden järjestelmien toteuttamisvaihtoehdoille selkeitä rajoitteita. Esimerkiksi vesilaitteistolla, joka on liitetty vesihuoltolaitokseen, ei saa olla suoraa yhteyttä muihin vesilaitteistoihin jotka eivät täytä talousvedelle asetettuja laatuvaatimuksia. Tämä tarkoittaa

taa sitä, että sadevesi- tai harmaavesilaitteistoa ei saa edes suodatettuna tai käsiteltynä kytkeä talousvesiverkostoon. Vain kaivon saa liittää vesijohtoverkostoon noudattamalla D1:n kohdassa 2.3.2.1 esitettyjä vaatimuksia.

Viemärlaitteiston osalta D1 määrää, että jätevesilaitteistosta ei saa koitua terveydellistä vaaraa, epämiellyttäviä hajuja tai muun muassa viemäritulvia. Jos harmaavettä kierätetään, tulee edellä mainittujen kohtien toteutuminen varmistaa. Harmaavettä käytettäessä pihojen kasteluun on varmistettava esimerkiksi erilaisin vedenkäsittelymenetelmin, ettei näin tehdessä koidu ympäristön pilaantumisen vaaraa. (4, s. 6–7, 19.)

Matti Nyksy HSY:stä (Helsingin Seudun Ympäristö) perusteli sade- ja harmaavesilaitteistojen tarpeettomuutta muun muassa sillä, että Suomessa on riittävästi hyvälaatuista ja edullista talousvettä käytettävissä, jolloin kyseisten järjestelmien asentaminen kiinteistöön ei ole perusteltua kuin ympäristönäkökannan vuoksi. Nyksyn mukaan sade- tai harmaavesilaitteistojen asentaminen kiinteistöön ei ole kuitenkaan kiellettyä, mutta siinä on huomioitava juuri se, ettei laitteistoja saa kytkeä talousvesilaitteistoon. Kiinteistöön on tällöin rakennettava kaksoisputkijärjestelmät. Asiakkaan päätettäväksi jää, tahtooko hän investoida kahteen järjestelmään. Vesi- ja jätevesimaksut muodostuvat joka tapauksessa sen mukaan, kuinka paljon kiinteistön päävesimittari näyttää. (5)

3 Leadership in Energy and Environmental Design

3.1 LEED™-sertifiointijärjestelmän tausta ja luokat

Pian USGBC:n (United States Green Building Council) perustamisen jälkeen vuonna 1993 huomattiin, että Yhdysvaltojen markkinoilta puuttuu toimiva vihreää rakentamista mittaava laatujärjestelmä. USGBC perusti komitean tutkimaan olemassa olevia vihreän rakentamisen mitta-asteikkoja ja laatujärjestelmiä. Komitean kokoonpanolla tahdottiin mahdollistaa mahdollisimman laaja näkökanta, sillä se koostui arkkitehteista, kiinteistönvälittäjistä, kiinteistöjen omistajista, lakimiehistä, luonnonsuojelijoista ja muista rakennusalaan läheisesti liittyvistä henkilöistä.

LEED™-sertifiointi sai ensiaskeleensa vuonna 1998, kun markkinoille lanseerattiin LEED™-pilottiohjelma, joka kantaa myös nimeä LEED™ Versio 1,0. Vuonna 2000 LEED™-sertifiointijärjestelmästä tuotiin markkinoille päivitetty versio 2,0, vuonna 2002 versio 2,1 ja vuonna 2005 versio 2,2. Vuonna 2009 LEED™-ohjelmaa päivitettiin uuteen versioon 3,0, jota tämä opinnäytetyö käsittelee. (6, s. xi.)

LEED™-sertifiointia voi hakea ympäri maailmaa, mutta sillä ei ole maakohtaisia sertifiointijärjestelmiä. USGBC on kuitenkin kehittänyt ACP-vaihtoehtoja (Alternative Compliance Path) Yhdysvaltojen ulkopuolisille maille. Nämä ACP:t ovat vaihtoehtoisia toimintamalleja LEED™:n vaatimuksille, ja nämä kohdat on merkitty LEED™:n oppaisiin omalla tunnuksellaan, joka on esitetty kuvassa 2. LEED™:llä on myös maakohtaisia yhdistyksiä, esimerkiksi Suomessa toimii FIGBC (Green Building Council Finland), joka on perustettu vuonna 2010 ohjaamaan ja neuvomaan sertifiointiprosessin läpikäymiseen liittyvissä asioissa. Yksi sen päätehtävistä on toimia neuvonantajana ja välikätenä USGBC:lle. Yhdistyksen tavoitteena on myös kehittää kestävää kehitystä ja kiinteistöjen ympäristöluokitusten tunnettavuutta. (6, s. xiii; 2.)



Kuva 2. Alternative Compliance Path, ACP:n tunnusmerkki (6).

Päivitysversioiden tullessa markkinoille LEED™ päivitti myös eri rakennustyypeille omat luokkansa: NC (New Construction), EB:O&M (Existing Buildings: Operations & Maintenance), CI (Commercial Interiors), CS (Core & Shell), Schools, Retail, Healthcare, Homes ja ND (Neighborhood Development). Näiden luokkien perustamisella tahdottiin ottaa huomioon myös entistä enemmän olemassa olevat rakennukset ja rakennusten ylläpidon mahdollisuudet. Tässä opinnäytetyössä keskitytään luokkiin LEED™ NC ja LEED™ CS.

LEED™ NC on ensisijaisesti tarkoitettu kaupallisille toimistorakennuksille, mutta sen soveltuvuutta on laajennettu myös muunlaisille kiinteistöille. Kaikki rakennusmääräyskokoelmien mukaisesti rakennetut kaupalliset rakennukset kuten toimistot, julkiset rakennukset, hotellit ja asuinrakennukset, joissa on enemmän kuin neljä asuttavaa kerrosta, ovat oikeutettuja hakemaan LEED™ NC-sertifiointia. Julkisia rakennuksia ovat muun muassa kirkot, museot ja kirjastot. LEED™ CS on puolestaan tarkoitettu rakennuksille joiden lopullisesta käyttötarkoituksesta ei voida olla varmoja. Tällaisia rakennuksia voivat olla esimerkiksi kaupalliset toimistorakennukset, lääketieteelliset toimistorakennukset, liikekeskukset ja laboratoriotilat. (6, s. xiv; 8, s. xiv.)



Kuva 3. USGBC:n logo (6).

3.2 Pistejärjestelmä

3.2.1 Minimum Program Requirements

Jokaisen LEED™-sertifiointia hakevan projektin on täytettävä tietyt osa-aluekohtaiset perusedellytykset sekä ohjelmassa määritetyt minimivaatimukset (Minimum Program

Requirements, MPRs), jotka ovat kaikille hakemusluokille ja tasoille samat. Perusedellytykset ja minimivaatimukset ovat käytännössä yhteneviä, sillä molemmat on suoritettava sertifiointin yhteydessä. Minimivaatimuksista puhutaan sertifiointin haun yhteydessä ja perusedellytyksistä siinä vaiheessa, kun sertifiointia on jo haettu. Minimivaatimukset ovat siis enemmänkin tarkoitettu määrittämään rakennuksen sertifiointikelpoisuutta ja perusedellytykset on toteutettava vasta kelpoisuuden toteamisen jälkeen. Minimivaatimuksiin on kuitenkin hyvä tutustua jo sertifiointin hakuvaiheessa. Jokaisen LEED™ 2009 -sertifiointijärjestelmän alla rekisteröityneen projektin on saavutettava seuraavat minimivaatimukset:

- Projektin täytyy noudattaa maakohtaista ympäristölakia.
- Projektin täytyy olla pysyvä rakennus tai tila.
- Projektin täytyy noudattaa minimilattiapinta-ala vaatimuksia.
 - LEED™ NC ja LEED™ CS: 1000 m².
- Projektilla täytyy olla vähimmäismäärä asukkaita.
 - Projektilla on oltava vähintään yksi kokoaikainen asukas.
 - Vaatimus ei koske liikekiinteistöjä, toimistoja tai julkisia rakennuksia.
- Projektin täytyy sitoutua jakamaan koko rakennuksen energian ja vedenkulutuksen mittautustiedot viiden vuoden ajalta USGBC:lle ja GBCI:lle (Green Building Certification Institute) tai näille molemmille.
- Projektin täytyy noudattaa minimirakennuspinta-alaa suhteessa tontin pinta-alaan.
 - Rakennuksen bruttopinta-alan täytyy olla enemmän kuin 2 % tontin bruttoalasta.

LEED™ 2009 -sertifiointijärjestelmän alla rekisteröityneen projektin on toteutettava seuraavat kategoriakohtaiset perusedellytykset:

- Kestävä maankäyttö (SS): Rakennuksen toiminnasta aiheutuvan saasteen ehkäiseminen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että rakennuksessa on ehkäistävä eroosion ja kerrostumisen syntymistä.
- Tehokas Vedenkäyttö (WE): Veden käyttöä on vähennettävä vähintään 20 % verrattuna perustapaukseen. Perustapaus on määritelty luvussa 3.2.

- Energia ja ilmakehä (EA) 1: Keskeisten energiajärjestelmien käyttöönotto rakennuksessa.
- EA 2: Vähimmäisenergian teho. Projektin on toteutettava vähintään 10 % energian käytön väheneminen verrattuna ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) 90.1-2007 -standardissa kuvattuun peruslämmitysjärjestelmään.
 - Standardin taulukon 3.1.1a (9, s. 181) mukaan peruslämmitysjärjestelmä voi olla fossiilista polttoainetta käyttävä, fossiilisen ja sähköisen energiajärjestelmän yhdistelmä, ostolämpöä tai sähköenergiaa käyttävä lämmitysjärjestelmä.
- EA 3: Rakennuksessa käytettävien kylmäaineiden oikeanlainen käsittely.
- Materiaalien valinta ja kierrätys (MR): Hyötyjätteen varastointi ja kerääminen. Rakennuksessa on oltava sijainti ja tila vähintään viidelle kierrätettävälle hyötyjätteelle.
- Sisäympäristön laatu (EQ) 1: Vähimmäissisäilman laadun saavuttaminen. Projektien on saavutettava vähintään ASHRAE 62.1 mukainen sisäilman taso.
- EQ 2: Tupakointialueiden kontrollointi.

On huomattava, että jos LEEDTM-sertifiointia hakeva projekti on rikkonut ja häpäissyt edellä mainittuja minimivaatimuksia, sertifiointi voidaan peruuttaa tai sertifiointi prosessi voidaan seisauttaa. Häpäisy ja rikkominen voi tässä tapauksessa tarkoittaa esimerkiksi sitä, että projektin edetessä paljastuisi, ettei minimivaatimuksia olekaan täytetty. Kyseiset tilanteet käsitellään tapauskohtaisesti GBCI:n vaatimusten mukaisesti. (2, s. 24–26; 10, s. 10–12, 86–87.)

3.2.2 LEEDTM-sertifiointijärjestelmän osa-alueet

LEEDTM-sertifiointijärjestelmä perustuu pisteiden ansaitsemiseen suhteessa tehtyihin tai suunniteltuihin suorituksiin kaikkiaan seitsemässä eri kategoriassa, joihin kuuluu kestävä maankäyttö, tehokas vedenkäyttö, energia ja ilmakehä, materiaalien valinta ja kierrätys, sisäympäristön laatu, alueellinen merkitys sekä innovaatiot suunnittelussa. LEEDTM v3 -sertifioinnin infrastruktuuri perustuu ISO-standardeihin ja sitä hallinnoi GBCI. Saavutettavat pisteet vaihtelevat kussakin kategoriassa perustuen LEEDTM:n pisteille asetettuihin painotuksiin. GBA:n (Green Building Alliance) tutkimuspäällikkö

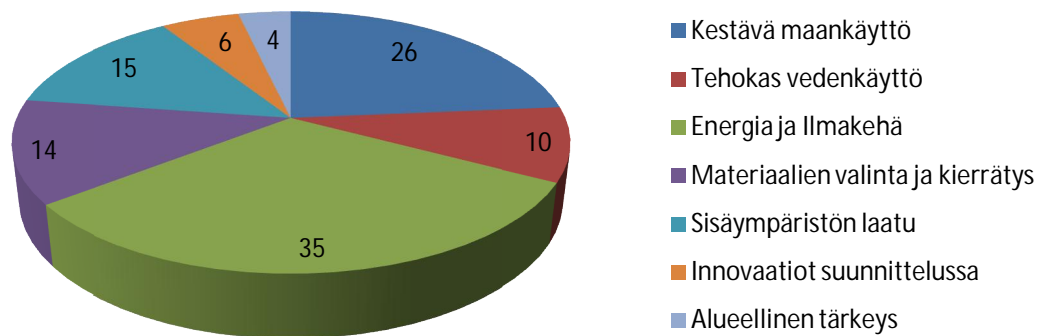
Aurora Sharrardin mukaan USGBC:n LEED™:lle asettamat pisteiden painotukset ovat selkeitä, ja ne ymmärtämällä projekteissa voitaisiin vähentää rakennuksen ympäristövaikutuksia tehokkaammin. Tällä hetkellä USGBC käyttää NIST:n (National Institute of Standards and Technology) kehittämää painotusjärjestelmää, mutta se pyrkii saamaan oman painotusjärjestelmänsä seuraaviin LEED™-versioihin. Pisteiden painotukset vaikuttavat muun muassa siihen, kuinka paljon pisteitä missäkin kategoriassa jaetaan. Tällä hetkellä LEED™ 2009 -sertifiointijärjestelmän kategorioiden pisteet on painotettu tärkeysjärjestyksessä seuraavasti:

1. Kasvihuonepäästöt
2. Sisäympäristön laatu
3. Fossiilisten polttoaineiden ehtyminen
4. Pienhiukkaset
5. Veden käyttö
6. Syöpään yhdistetty ihmisten terveys
7. Ympäristön myrkyllisyys
8. Maankäyttö
9. Rehevöityminen
10. Savusumun muodostuminen
11. Syöpään liittymätön ihmisten terveys
12. Happamuuden lisääntyminen ja
13. Otsonikato.

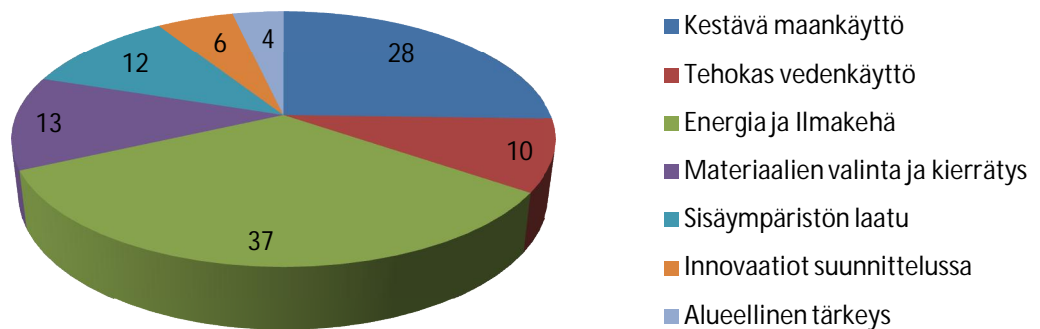
Jokaisessa LEED™-sertifiointinnissa on mahdollista saavuttaa 100 peruspistettä yhteensä eri pääkategorioista, sekä 10 innovatiopistettä eli kaikkiaan 110 pistettä. Suunnittelijat voivat aikaisessa vaiheessa arvioida, mihin pistemääriin rakennus yltää, ja mitkä sen mahdolliset tavoitteet olisivat LEED™-sertifiointin suhteen. Tässä vaiheessa valitaan myös se luokka, jossa rakennus hakee sertifiointia. Riippuen saavutetuista pisteistä, rakennus voi saada LEED™-sertifiointin neljällä eri tasolla:

- Certified: 40–49 pistettä
- Silver: 50–59 pistettä
- Gold: 60–79 pistettä
- Platinum: 80+ pistettä. (2, s. 24–32.)

Kuvissa 4 ja 5 esitetään LEED™ -sertifioinnin eri osa-alueet maksimipisteineen versioille NC ja CS.



Kuva 4. LEED™ NC maksimipisteiden jakautuminen eri luokissa (6, s. vi–vii).



Kuva 5. LEED™ CS maksimipisteiden jakautuminen eri luokissa (8, s. vi–vii).

Luokat "innovaatiot ja suunnittelu" sekä "alueellinen tärkeys" muodostavat yhdessä 10 ansaittavissa olevaa bonuspistettä. Ne eivät siis kuulu ansaittavissa oleviin peruspisteisiin. Mikäli projektitiimissä on mukana LEED™-valtuutettu asiantuntija, voi sillä ansaita yhden pisteen luokassa "innovaatiot ja suunnittelu". LEED™-sertifiointijärjestelmän eri luokat myös tukevat toisiaan. Esimerkiksi tehokkaat vedenkäyttöratkaisut vaikuttavat myös sertifiointijärjestelmän "tehokas maankäyttö" ja "energia ja ilmakehä" luokkien pisteiden saavuttamiseen positiivisesti, sillä ne sisältävät samankaltaisia vaatimuksia. Periaatteessa toteuttamalla yhden vaatimuksen "Tehokas vedenkäyttö" -kategorian mukaisesti, voi samalla ansaita pisteitä jossain muualla. (2, s. 28; 3, s. 167; 7, s. vi–vii; 8, s. vi–vii.)

4 LEED™ 2009 Tehokas vedenkäyttö

4.1 Tehokkaan vedenkäytön pisteluokka

Tehokas vedenkäyttö voi parhaimmillaan olla asetetun veden kulutukseen liittyvän tavoitteen saavuttamista, palvelun tason, toiminnan, työn tai prosessin suorittamista vähiten tarpeellisella, juomakelvottomalla vedellä. Veden säästäminen ei suoranaisesti ole tehokasta vedenkäyttöä, sillä veden säästäminen voi tarkoittaa veden käsittelyn tai käytön tapaa, joka edistää veden lähteiden käyttöä siten, että siitä hyöttyy ihminen tai ympäristö. Periaatteessa veden säästäminen muodostaa veden käytön, tappion tai jätteen vähenemisen. Tehokas vedenkäyttö eroaa veden säästämisestä siinä, että se keskittyy nimenomaan jäteveden vähenemiseen, jolloin painotus ei ole veden käytön rajoittamisessa. Tehokas vedenkäyttö ei aina vähennä veden kulutusta, jos kiinteistössä kerätty sadevesi tai harmaa-vesi korvaa osan käytettävästä talousvedestä esimerkiksi WC-kalusteiden huuhtelussa. Hanojen virtaamiin tehokas vedenkäyttö yleensä vaikuttaa vähentävästi, sillä niissä ei voi kierrättää sadevettä tai harmaavettä. Kuluttajien osuus tehokkaassa vedenkäytössä korostuu, sillä kuluttajat ovat niitä, jotka pitävät hanoja auki.

LEED™-sertifiointijärjestelmässä tehokkaan vedenkäytön kategorian tarkoitus on kasvattaa vedenkäytön tehokkuutta, jotta kunnallisten vesi- ja viemäriverkostojen kuormitus vähenisi. Tämä lähtökohta heijastuu Yhdysvaltoihin, jossa kunnalliset vesi- ja viemäriverkostot ovat todella kuormitettuja. Rakennuksen on vähennettävä vähintään 20 % veden käyttöään verrattuna luvussa 4.2 määriteltyyn perustasoon, jotta se voisi saada LEED™-sertifioinnin. Pisteet jaetaan suunnitelmille, jotka vähentävät juotavan veden, eli talousveden määrää käyttämällä erilaisia sadeveden ja harmaan veden keräysjärjestelmiä, tai jotka vähentävät talousveden käyttöä merkittävästi erilaisin säästötoimenpitein. (2, s. 54–55; 7, s. 28.)

Tehokkaan vedenkäytön kategoriassa on mahdollista saavuttaa 10 peruspistettä. Peruspisteet ovat samat LEED™ NC- ja LEED™ CS -versioille. Peruspisteet jakautuvat kolmeen eri osa-alueeseen, jotka ovat pihojen vettä säästävä viherrakentaminen (Water Efficient Landscaping), innovatiiviset jätevesiteknologiat (Innovative Wastewater Technologies) ja veden kulutuksen vähentäminen (Water Use Reduction). Taulukossa 1

on esitetty LEED™-sertifiointin tehokas vedenkäyttö -kategorian maksimipisteiden jakautuminen versioille NC ja CS. (6, s. vi; 8, s. vi.)

Taulukko 1. Veden tehokkuus-kategorian eri osa-alueiden maksimipisteet versioille LEED™ NC ja LEED™ CS. (6, s. 25–30; 8, s. 25–30)

Luokka	Osa-alue	Saavutettavissa olevat pisteet
WE perusedellytys	Veden kulutuksen vähentäminen 20 %	Vaatus
WE luokka 1	Vettä säästävä viherrakentaminen	2–4
WE luokka 2	Innovatiiviset jätevesiteknologiat	2
WE luokka 3	Veden kulutuksen vähentäminen	2–4

Saavutettavien pisteiden vaihtelualue muodostuu osa-alueissa olevista toteutusvaihtoehdoista. Vaihtoehtoissa on mahdollista saavuttaa 2–4 pistettä, riippuen valitusta toteutusvaihtoehdosta. Projektitiimit voivat päättää, mitä pisteitä on järkevää ja kustannustehokasta lähteä tavoittelemaan. Taso, josta perusedellytyksessä määritelty 20 % on säästettävä, on määritelty kappaleessa 4.2.3. Käytännössä perustapaus lasketaan samalla tavalla kuin itse suunnittelutapaus, mutta siinä käytetään LEED™-sertifiointijärjestelmän erikseen määrittämiä virtaamia ja huuhteluvesimääriä.

4.2 WE perusedellytys 1: veden kulutuksen väheneminen

4.2.1 Vaatimuksen täyttäminen

Sertifiointin läpiviemiselle asetetaan "tehokkaan vedenkäytön" -kategoriassa ehdoksi 20 % veden kulutuksen vähentäminen verrattuna LEED™:n määrittämään perustasoon. Pihojen kasteluun käytettävä vesi ei kuulu 20 %:n vaatimukseen. Laskelmat perustuvat arvioituihin kävijöiden määriin ja laskelmiin tulee kuulua vain WC-pöntöt, urinaalit, pesualtaat, suihkut, keittiön hanat, sekä esihuuhteluventtiilit.

Asentamalla esimerkiksi virtaamakuristimia vessoihin, altaisiin ja suihkukalusteisiin voidaan vähentää tehokkaasti kalusteesta tulevaa virtaamaa. Muita tehokkaita veden säästökeinoja on esimerkiksi asentaa pienhuuhtelu kalusteita tai kompostoivia vessoja. Ne ovat kuitenkin Suomessa harvinaisia. Myös sadeveden käyttö sille sopivien kalusteiden huuhteluun luetaan vähennykseen mukaan. On kuitenkin osattava erottaa

tilanteet, joihin pienvirtaamakalusteet eivät sovellu. Esimerkiksi keittiön hanoista lasketaan vettä yleensä vain määrä, joka oikeasti tarvitaan, joten pienvirtaamakalusteella ei säästetä vettä. Tällaisissa tilanteissa tulee löytää muita keinoja veden säästämiseksi.

Vaikka vesitehokkaat astianpesukoneet, pyykkikoneet ja muut kalusteet eivät kuulu perusedellytyksen täyttämiseen, niistä voi saada pisteitä erinomaisesta suorituksesta WE luokassa 3: "Veden kulutuksen väheneminen". (3, s. 165, 168.)

4.2.2 Suunnittelu

LEEDTM-sertifiointia hakevan kiinteistön suunnittelussa on otettava monia asioita huomioon jo senkin vuoksi, että sertifiointi ylipäättään voitaisiin myöntää. Käytännössä Suomessa LEEDTM-sertifiointia hakevan kiinteistön vedenkulutusta ja vedensäästötoimenpiteitä verrataan Yhdysvaltojen määräyksiin ja ohjeisiin. Suunnittelussa voi edetä samalla tavalla kuin normaalistikin ja lopuksi tarvittavilta kalusteilta kuristetaan laskettu määrä virtaamaa, jotta veden säästö saadaan aikaiseksi. Käytännössä tällä menetelmällä ei saavuteta kuin 20 %:n vedenkulutuksen väheneminen verrattuna perustapaukseen, koska vettä kuristetaan vain se määrä, jolla sertifiointi saadaan läpi ja halutun sertifiointitason pisteet kerätään muista sertifiointin osa-alueista. Tilaajan kannalta katsottuna kiinteistö ei saavuta pisteitä luokissa WE 2 ja WE 3, ellei kiinteistöön asenneta talousvesiverkoston rinnalle tehokasta sadeveden tai harmaanveden keräys- ja kierrätysjärjestelmää. (3, s. 168–169.)

Jos tahdotaan lähteä tavoittelemaan suurempaa säästöä kuin vaadittu 20 %, tulee suunnittelussa ehdottomasti huomioida, että noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 vaatimuksia. Epäedullisimmalle kalusteelle on saatava sille ominainen painehäviö ja virtaama, mutta verkoston muissa osissa virtaamaa voidaan kuristaa D1:n mukaisesti 70 %:iin normivirtaamasta, jolloin rakentamismääräykset vielä täyttyvät. Päätelaitteilla on lisäksi oltava auktoriteetti eikä putkistolla, eli päätelaitteella on oltava sille ominainen painehäviö käytettävissään. Virtaaman alentamiseen voidaan käyttää päätelaitteiden lisäksi tai mahdollisesti pelkästään vyöhykekohtaisia paineenalennusventtiileitä.

Suunnittelussa on kuitenkin oltava erityisen tarkkana WC-kalusteiden ja urinaalien huuhteluvesimäärien mitoittamisessa, sillä viemäreiden jätevesivirtaamat on mitoitettu siten, että jätteet kulkevat verkostossa eteenpäin. Jos kalusteiden virtaamia lähdetään pienentämään, jätteiden kulkemiseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi riittävillä viemärikaadoilla. Valokennoilla toimivat, eli niin sanotut kosketusvapaat kalusteet, käyttävät monesti vähemmän vettä kuin perinteiset kalusteet. Valmistajilta kannattaa tarkistaa esimerkiksi hanojen virtaama- ja jälkivirtaama-ajat ja niiden muokausvaihtoehdot. Mikäli virtaamia aiotaan kuristaa D1:n sallimissa rajoissa, kannattaa siihen pyytää tilaajan kirjallinen suostumus. Samalla varmistetaan, että tilaaja on ymmärtänyt virtaaman leikkauksen merkityksen. Virtauksen leikkaus vaikuttaa hanasta tulevaan vesimäärään, jolloin liikaa sitä leikatessa voi syntyä ongelmia, mikäli suunnittelijat eivät ota sitä huomioon esimerkiksi viemärikaadoissa. Jos virtaaman leikkaus on olennainen, peräti 70 %, osa käyttäjistä saattaa tuntea, ettei hanasta saada vettä tarpeeksi. (11; 12.)

4.2.3 Laskelmat

LEEDTM-sertifiointijärjestelmän veden kulutuksen laskennassa otetaan huomioon myös kiinteistössä työskentelevät, asuvat tai vierailevat ihmiset. Kiinteistössä olevien ihmisten vesikalusteiden käyttö määritellään laskemalla kokoaikaa ja osa-aikaa vastaavat FTE-luvut (Full Time Equivalent) ja määrittelemällä kalusteelta tulevat virtaamat sen mukaisesti. On kuitenkin huomattava, että virtaamien tulee täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman D1 mukaiset normivirtaamavaatimukset.

Laskelmien suorittaminen helpottuu, jos kiinteistö jaetaan ryhmiin käyttäjätyyppien mukaan. Kun tahdotaan selvittää kokonaisvedenkulutuksen väheneminen, voidaan näiden ryhmien veden säästöt summata yhteen. Jokaiselle ryhmälle tulee selvittää, millaisia kalusteita alueella on ja millaisia henkilöitä alue palvelee. Jos jokaisella kiinteistössä olevalla henkilöllä on pääsy kiinteistön jokaiselle kalusteelle, voi koko kiinteistö olla oma ryhmänsä. Yksinkertaisin tapa suorittaa laskelmat on siis ajatella rakennusta yhtenä ryhmänä, mutta sopivampaa olisi määrittää vähintään kaksi ryhmää, koska useissa kiinteistöissä kalustetyypit ja ihmisten käyttäytyminen vaihtelee. Esimerkiksi jos hotellin ala-aulan vessoja käyttävät pääasiassa vierailijat ja toisen kerroksen suihkuja hotellin työntekijät, on järkevämpää laskea nämä omina alueinaan. (3, s. 169–170.)

Kiinteistön ihmismäärä

Kiinteistössä työskentelevien tai asioivien ihmisten määrät tulee arvioida ihmistyyppien mukaan. LEED™-laskelmissa ihmistyyppejä ovat vakituiset työntekijät, osa-aikaiset työntekijät, väliaikaiset kävijät kuten opiskelijat, vierailijat tai asiakkaat sekä asukkaat.

Jos kiinteistöön kuuluu asuintiloja, tulee niiden asukkaiden lukumäärät arvioida huoneiston koon mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että yhtä makuuhuonetta kohden ajatellaan olevan kaksi asukasta, kahta makuuhuonetta kohden kolme asukasta ja niin edelleen. Jos asukkaiden määrä ei ole tiedossa esimerkiksi monikäyttöisissä tiloissa tai LEED™ CS kohteissa, joissa tilojen vuokralaisten määrä ei ole tiedossa suunnittelun aikana, voidaan henkilömäärät laskea kiinteistön kokonaispinta-alasta käyttäen taulukossa 2 ilmoitettuja oletus pinta-aloja henkilöä kohden. Jos todelliset henkilömäärät ovat tiedossa, on laskelmissa käytettävä todellisia arvoja, ellei pinta-ala henkilöä kohden ole suurempi kuin taulukossa 2. Tällöin kiinteistön ihmismäärät saadaan jakamalla rakennuksen kokonaispinta-ala henkilöä kohti ilmoitetulla pinta-alalla. (3. s. 170, 611.)

Taulukko 2. Oletusarvot ihmismäärän laskemiseen (3, s. 611).

Tilatyypit	Kokonaispinta-ala henkilöä kohti (sf)			
	Työntekijät		Vierailijat	
	Sf/pers	m ² /hlö	Sf/pers	m ² /hlö
Toimisto	250	23	0	0
Vähittäiskauppa	550	51	130	12
Jälleenmyynti tai palvelu	600	55	130	12
Ravintola	435	40	95	9
Ruokakauppa	550	51	115	11
Terveysasema	225	21	330	30
Laboratorio	400	37	0	0
Varasto, jakelu	2 500	230	0	0
Varasto, varastointi	20 000	1 840	0	0
Hotelli	1 500	138	700	64
Päiväkoti	630	58	105	10
Ylä-aste	1 300	120	140	13
2-asteen jälkeinen koululaitos	2 100	193	150	14
sf= square feet, neliöjalkaa pers= person, henkilö				

FTE-arvot

FTE-arvot kuvaavat sitä, kuinka monta kertaa henkilö käyttää tiettyä vesikalustetta päivän aikana, eli kiinteistön kokoaikaa vastaavaa kuormitusta. FTE-arvot lasketaan tarvittaessa siten, että jokaisen vakituisen työntekijän ajatellaan viettävän kiinteistössä aikaa päivittäin kahdeksan tuntia ja 40 tuntia viikossa. Jos kiinteistössä on useita työvuoroja, tulee FTE-lukua käyttää jokaiselle työvuorolle. Vakituisen työntekijän tai asukkaan kahdeksan tunnin FTE-arvo on 1, ja osa-aikaisten työntekijöiden tai vierailijoiden FTE-arvo saadaan jakamalla heidän kiinteistössä vierailemansa aika kahdeksalla tunnilla. Jos osa-aikatyöntekijät työskentelevät vuorokaudessa 4 tuntia, heidän FTE-arvonsa on 0,5. Esimerkiksi jos kiinteistössä työskentelee 50 vakituista ja 50 osa-aikaista työntekijää, on projektin FTE-arvo 75. FTE-arvojen laskelmat tulee olla samat jokaiselle LEED™-sertifiointijärjestelmän osa-alueelle. (3, s. 169–170.)

Taulukossa 3 on kuvattu vesikalusteiden käyttökerrat eli FTE-arvot eri ihmistyypeille päivässä (24-tunnissa). Taulukon FTE-arvoja tulee käyttää kaikissa laskelmissa, ellei projektin erityisluonne oikeuta niistä poikkeamaan. Poikkeustilanteissa vaaditaan aina LEED™-tarkastajan valtuutus. Erityistilanteet voivat perustua esimerkiksi kiinteistön käyttöaikoihin. Useimmissa rakennuksissa käy opiskelijoita, vierailijoita ja asiakkaita, joilla on myös FTE-arvo. Opiskelijoista ja vierailijoista puolet huomioidaan laskelmissa ja heidän ajatellaan käyttävän vierailunsa aikana kerran huuhtelukalustetta ja pesuallasta. Heidän ei ajatella käyttävän suihkua ja keittiön hanaa. Asiakkaista viidesosan ajatellaan käyttävän huuhtelukalustetta ja pesuallasta, mutta ei suihkua ja keittiön hanaa. Kiinteistössä asuvien henkilöiden ajatellaan käyttävän päivän aikana viisi kertaa vessaa ja pesuallasta, kerran suihkua ja neljä kertaa keittiön hanaa. Miehiä ja naisia ajatellaan olevan suhteessa 1:1, ellei projektin erityisluonne toisin oikeuta. Erityistapaus voi olla esimerkiksi sellainen rakennus, jossa tiedetään työskentelevän pääasiassa miehiä tai naisia. Säännöistä poikkeavat henkilömäärien suhteet tulee perustella. (3, s. 171.)

Taulukko 3. Kalusteiden käyttökerrat (FTE) henkilötyyppiä kohden (3, s. 171; 13, s. 1–2).

Kaluste	Kesto (sek)	Kalusteiden käyttökerrat (FTE)/d			
		Työntekijä	Vierailija	Asiakas	Asukas
Vessa					
- Nainen	n/a ^a	3	0,5	0,2	5
- Mies ^b	n/a ^a	2	0,1	0,1	5
Urinaali					
- Mies	n/a ^a	2	0,4	0,1	n/a ^a
Pesuallashana	30 ^c	3	0,5	0,2	5
Suihku	300 ^d	0,1	0	0	1
Keittiön hana	15 ^e	1	0	0	4
^a not applicable, ei sovellettu ^b Jos urinaaleja ei ole, niin miesten ja naisten WC kulutus on sama ^c perustapauksen kesto mittaaville/kosketusvapaille hanoille on 15 s, suunnittelutapaukselle 12 s ellei toisin todennettu, asuintiloissa kesto on 60 s ^d Asuintiloissa kesto on 480 s ^e Asuintiloissa kesto on 60 s					

Kun projektitiimeillä on tiedossa kiinteistössä vuoden aikana työskentelevien henkilöiden ja kävijöiden määrä ja niitä vastaavat FTE-luvut on valittu taulukosta tai laskettu, voidaan laskea vuotuiset vedenkulutukset jokaiselle kalustetyypille ja laskea kokonaisvedenkulutus summaamalla kalusteiden vuotuiset kulutukset yhteen. Perustapauksen virtaamat perustuvat EAct (Energy Policy Act) 1992 ja EAct 2005:een. Suomessa noudatetaan suunnittelutapauksien laskennassa Suomen rakentamismääräyskokoelman osaa D1. Yksikössä l/s olevat virtaamat muutetaan laskennan edetessä haluttuun yksikköön, koska käytännössä vesimäärään vaikuttaa valitulle kalusteelle ominainen virtaama tai virtaama-aika. Suunnitteluvirtaamat on esitetty taulukossa 4. (3, s. 168–171.)

Taulukko 4. Perus- ja suunnittelutapauksen kalusteiden virtaamat (3, s. 169; 4, s. 35).

Kaluste	Perustapaus (EPAAct)		Suunnittelutapaus (RakMK D1)
	Virtaama	Virtaama	Virtaama
WC	1,6 gpf ^a	6,06 l	6 tai 4 l
Urinaali	1,0 gpf ^a	3,7854 l	Huuhteluventtiili 0,4 l/s Huuhteluhana 0,2 l/s
Pesuallas	2,2 gpm ^b /60 psi ^c (yksityiset) 0,5 gpm ^b /60 psi ^c (muut) 0,25 gal ^d per cycle annoste- leville hanoille	8,328 l/min 1,8927 l/min 0,946 l/ajanjakso	0,1 l/s
Suihku	2,5 gpm ^b	9,464 l/min	0,2 l/s
Keittiön hana	2,2 gpm ^b	8,328 l/min	0,2 l/s
^a gallons per flush, galloniaa per huuhtelu ^b gallons per minute, galloniaa minuutissa ^c pounds per square inch, paunaa neliötuumaa kohti ^d gallon, galloniaa			

WC:n ja urinaalien päivittäiset käyttökerrat lasketaan kaavalla 1.

$$\text{Käyttökerrat} = (FTE_M \cdot R_M \cdot U_M) + (FTE_N \cdot R_N \cdot U_N) \quad (1)$$

FTE on rakennuksen kokoaikaa vastaava kuormitus sukupuolen mukaan

R_M on miesten suhdeluku

R_N on naisten suhdeluku

U_M on kalusteen käyttökerrat, miehet

U_N on kalusteen käyttökerrat, naiset

Pesualtaiden, suihkujen ja keittiön altaiden päivittäiset käyttökerrat lasketaan kaavalla 2.

$$\text{Käyttökerrat} = (E \cdot U) + (lkm_C \cdot U) \quad (2)$$

FTE on rakennuksen kokoaikaa vastaava kuormitus

U on kalusteen käyttökertojen lukumäärä sukupuolen mukaan

lkm_C on asiakkaiden tai vierailijoiden lukumäärä

Kaksoishuuhtelulla toimivien vessojen virtaamille lasketaan painotettu keskiarvo, jota käytetään laskelmissa. Tällä menetelmällä huomioidaan suurempi ja pienempi virtaama sekä molempien käyttökerrat. Naiset käyttävät kaksoishuuhtelua suhteessa 1:2, eli yhtä täyshuuhtelua kohti on kaksi pienhuuhtelua. Miehet käyttävät täyshuuhtelua ker-
 ran päivässä, olettaen että urinaalit on käytössä. Jos kiinteistössä ei ole urinaaleja, kaksoishuuhtelun suhde on sama kuin naisilla. Kaksoishuuhteluvessojen virtaama las-
 ketaan kaavalla 3.

$$\text{Virtaama (gpf)} = \frac{(Mf \cdot Fr) + (Ff \cdot Fr) + (Lr)}{T} \quad (3)$$

Mf on miesten täyshuuhtelukerrat päivässä

Ff on naisten täyshuuhtelukerrat päivässä

Fl on naisten pienhuuhtelukerrat päivässä

Fr on täyshuuhtelun virtaama (gpf)

Lr on pienhuuhtelun virtaama (gpf)

T on miesten ja naisten huuhtelukerrat yhteensä

Jos kiinteistössä käytetään automatisoituja, kosketusvapaita hanoja, joudutaan virtaa-
 matiedot muuttamaan yksikköön gpc (gallons per cycle). Yksikkömuunnos lasketaan
 kaavalla 4. Suunnittelutapauksen virtaaman kestona käytetään yleisesti 12 sekuntia,
 mutta jos valmistajan tiedot tukevat eri kestoa, sitä voidaan käyttää.

$$\text{Yksikkömuunnos (gpc)} = \frac{(q \cdot t)}{60 \text{ s}} \quad (4)$$

q on virtaama (gpm, gallons per minute)

t on virtaaman kesto (s)

Vuotuinen kokonaisvedenkulutus lasketaan kertomalla vuotuiset käyttökerrat, huuhte-
 luvesimäärä ja rakennuksen aukiolopäivät keskenään. Vuotuinen kokonaisvedenkulutus
 suunnittelutapaukselle ja perustapaukselle lasketaan kaavalla 5.

$$\text{Kokonaisvedenkulutus (gal)} = \sum (V_K \cdot K_A \cdot H) \quad (5)$$

V_K on kiinteistön vuotuiset käyttöpäivät

K_A on virtaamakalusteen vuotuiset käyttökerrat

H on virtaamakalusteen huuhteluvesimäärä (gpf tai gpc)

Perusedellytyksen vedensäästön laskennassa on luvallista ottaa huomioon kaikki talousvettä korvaava vesi, eli kerätty sadevesi tai kierrätetty harmaa-vesi. Sadeveden tai harmaaveden vuotuinen huuhteluun käytettävän vesimäärä tulee vähentää suunnittelutapauksen vuotuisesta vedenkulutuksesta ennen kaavaan sijoittamista. Vuotuinen veden kulutuksen väheneminen lasketaan kaavalla 6.

$$\text{Veden kulutuksen väheneminen \%} = \frac{V-S}{V} \cdot 100 \% \quad (6)$$

V on perustapauksen laskettu vuotuinen veden kulutus

S on suunnittelutapauksen laskettu vuotuinen veden kulutus (13, s. 2–4.)

Kaikissa LEED™-sertifiointijärjestelmän laskelmissa on huomioitava, että laskut suoritetaan yhdysvaltalaisen mittajärjestelmän mukaisilla yksiköillä. Niiden muuntokertoimet SI-yksiköiksi ovat

- 1 tuuma (in) on 25,40 millimetriä (mm)
- 1 gallona (gal) on 3,7854 litraa (l)
- 1 jalka (ft) on 0,3048 metriä (m), jolloin 1 neliöjalka (sf) on 0,0929 neliömetriä (m²). (14, s. 69.)

4.2.4 Esimerkkilaskelma

Perusedellytyksen esimerkkilaskelma on esitetty liitteessä 1. Liitteessä esitetty laskentatapa on fiktiivinen ja se soveltuu LEED™-sertifiointijärjestelmän luokille New Construction ja Core & Shell, sillä se on tyyppinen kaupallinen toimistorakennus, jonka alakerran tiloissa on ravintola ja vähittäiskauppoja. Tässä tapauksessa tilojen käyttötarkoitukset tunnetaan eli tiedetään, mitä liiketoimintaa missäkin tilassa harjoitetaan, mutta lopullisia työntekijämääriä ei tunneta, siksi rakennuksen ihmismäärien laskentaan on käytetty taulukkoa 2. Laskentaperusteena on käytetty seuraavaa:

- Esimerkkirakennuksen kokonaispinta-ala on 620 000 sf (57 598 m²).
 - Myymälän pinta-alaosuus on 50 000 sf (4 645 m²).
 - Ravintolan pinta-ala on 20 000 sf (1 858 m²).
 - Toimistotilojen pinta-ala on 550 000 sf (51 095 m²).
- FTE-arvot on katsottu taulukosta 3.

- Perustapauksen virtaamatiedot on katsottu taulukoista 4.
- Suunnittelutapauksen virtaamavaatimukset ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaiset. Suunnittelutapauksessa on käytetty suihkulle ja keittiön altaalle normivirtaamasta 95 % ja 94 %, jotta perusedellytyksen vaatimuksen mukainen 20 % säästö saatiin aikaiseksi.
 - Pesuallashanaksi on valittu Oras Electra -pesuallashana, jonka esi- ja jälkivirtaama-ajaksi on valittu yhteensä kahdeksan sekuntia.
 - Urinaalin huuhtelulaitteeksi on valittu Oras Electra -huuhtelulaite, jonka esi- ja jälkihuuhdeluajaksi on valittu viisi sekuntia.
- Myymälän ja ravintolan on arvioitu olevan auki 313 päivää vuodessa ja toimistojen 265 päivää vuodessa. Aukiolopäivissä on otettu huomioon loma- ja pyhäpäivät.

Taulukosta 2 nähdään, että esimerkiksi myymälän pinta-alavaatimukset henkilöä kohti ovat 550 sf/hlö kokopäiväisille ja 130 sf/hlö osa-aikaisille työntekijöille. Myymälän pinta-ala on 50 000 sf. Naisia ja miehiä täytyy olla suhteessa 1:1. Kun naisten ja miesten määrät lasketaan erikseen, ei niiden suhdelukua tarvitse ottaa myöhemmässä vaiheessa huomioon. Esimerkiksi kokopäivätyötä tekevien naisten määrä on

$$\text{Naisten lkm (hlö)} = \frac{50\,000 \text{ sf}}{550 \text{ sf/hlö}} \cdot \frac{1}{2} = 45 \text{ henkilöä.}$$

Käytän seuraavissa laskelmissa esimerkkinä naisten WC:tä ja näytän kaavoihin sijoittamalla, kuinka vuotuinen vedenkulutus on sille laskettu. Taulukosta 3 saadaan naisten WC:n FTE-arvoksi kokopäivätyöntekijöille 3 ja osa-aikaisille 0,5. Kokopäiväisiä naispuolisia työntekijöitä ravintolassa on siis yhteensä 45 ja osa-aikaisia yhteensä 192. Naisten WC:n kokonaiskäyttökerroiksi vuodessa kaavaan 1 sijoittamalla saadaan

$$\text{Käyttökerrat (lkm)} = 3 \cdot 45 \text{ hlö} + 0,5 \cdot 192 \text{ hlö} = 233 \text{ kappaletta.}$$

Taulukosta 4 saadaan perustapauksen huuhteluvesimääräksi 1,6 galloniaa. Koska laskentatapauksessa käytetään kaksoishuuhtelu-WC:tä, on suunnittelutapaukselle laskettava yhdistetty huuhteluvesimäärä. Suunnittelutapauksessa on käytetty perinteistä markkinoilla olevaa kaksoishuuhtelu-WC:tä, jonka täyshuuhteluvirtaama on 1,59 gal (6 l) ja pienhuuhteluvirtaama 0,79 gal (3 l). Luvun 4 laskelmien mukaan naiset käyttä-

vät pienhuuhtelua suhteessa 1:2. Kaavaan 3 sijoittamalla saadaan suunnittelutapauksen kaksoishuuhtelun virtaamaksi

$$\text{Virtaama (gpf)} : \frac{(1 \cdot 1,59 \text{ gal}) + (1 \cdot 1,59 \text{ gal}) + (2 \cdot 0,79 \text{ gal})}{4} = 1,19 \text{ gpf}.$$

Kaavaan 4 sijoittamalla saadaan virtaamakalusteelle huuhteluvesimäärä yksikössä gpc. Virtaaman tulee olla kaavaan sijoitettuna yksikössä gpm. Esimerkiksi pesuallashanan yksikkömuunnos huuhteluajan ollessa kahdeksan sekuntia on

$$\text{Pesualtaan huuhteluvesimäärä (gpc)} = \frac{8s \cdot \left(\frac{0,1 \text{ l/s}}{0,0631 \text{ l/s}}\right)}{60 s} = 0,21 \text{ gpc}.$$

Myymälä on auki 313, ravintola 313 ja toimistot 265 päivää vuodessa. Naisten WC:tä käytetään myymälässä 233, ravintolassa 122 ja toimistossa 3 300 kertaa vuodessa. WC:n virtaamaksi saatiin suunnittelutapaukselle 1,19 gpf. Naisten WC:n vuotuinen kokonaisvedenkulutus S, arvot kaavaan 5 sijoittamalla on

$$S \text{ (gal)} = (313 \cdot (233 + 122) \cdot 1,19 \text{ gal}) + (265 \cdot 3300 \cdot 1,19) = 1171 \text{ 000 gallonaa}.$$

Perustapauksen vuotuiseksi kokonaisvedenkulutukseksi WC:n huuhteluvesimäärällä 1,6 gallonaa saadaan edellä kuvatulla periaatteella 1 577 000 gallonaa. Veden säästössä otetaan huomioon myös miesten WC, urinaali, pesuallashana, suihku ja keittiön hana. Kun edellä mainitut lasketaan yhteen, saadaan suunnittelutapauksen kokonaisvedenkulutukseksi 3 548 000 gallonaa ja perustapauksen kulutukseksi 4 435 000 gallonaa. Kaavaan 6 sijoittamalla saadaan vuotuiseksi veden säästöksi

$$\text{Veden säästö \%} = \frac{(4\,435\,000 - 3\,548\,000) \text{ gal}}{4\,435\,000 \text{ gal}} \cdot 100 \% = 20 \%.$$

Säästämällä vedenkulutuksessa minimivaatimuksen mukainen 20 %, turvataan LEED™-sertifioinnin läpimeneminen, mutta pisteitä ei saavuteta. Liitteessä 4 on esitetty keinoja, joilla vettä voidaan säästää entisestään ja siten ylittää pisteille.

4.3 WE 1: Vettä säästävä viherrakentaminen

4.3.1 Pisteiden jakautuminen

Vettä säästävän viherrakentamisen luokan tarkoitus LEEDTM-sertifiointijärjestelmässä on rajoittaa tai eliminoida kokonaan pihojen ja istutusten kasteluun käytettävän talousveden tai jonkin muun rakennuksen alueella tai sen läheisyydessä olevan vedenlähteen käyttöä. Luokan vaatimuksen huomioon ottaen on tärkeää käyttää pihojen kasteluun vaihtoehtoisia vedenlähteitä, kuten sadeveden ja harmaan veden kierrätystä. Sadeveden keräys pitää sisällään sadeveden keräämisen ja johtamisen vesisäiliöihin, maanalaisiin tankkeihin tai altaisiin. Kerätyn veden voi siten käyttää esimerkiksi kuivan kauden aikana. Rakennuskohtaiset harmaavesijärjestelmät keräävät rakennuksen harmaa-veden ja johtavat sen käsiteltynä pihojen kasteluun. (2, s. 273; 7, s. 27.)

Vettä säästävän viherrakentamisen luokkaan kuuluu kaksi toimintavaihtoehtoa, joilla luokassa jaettavat neljä pistettä voidaan saavuttaa. Vaihtoehdossa 1 pihamaiden kasteluun käytettävästä talousvedestä vähennetään 50 % verrattuna vuoden kuumimpaan kuukauteen. Talousveden käytön vähentämisen voi toteuttaa esimerkiksi yhdistelemällä seuraavia ratkaisuja:

- Valitsemalla kasvit tarkasti, ottamalla huomioon kasvien vaatiman tilan ja mikroilmaston syntyminen.
- Maksimoimalla kastelutehokkuus.
- Käyttämällä kasteluun kerättyä sadevettä.
- Käyttämällä kasteluun kierrätettyä harmaata vettä.
- Käyttämällä kasteluun kunnallisesti käsiteltyä ja johdettua juomakelvottomiin tarkoituksiin käytettävää vettä (ks. vaihtoehto 2, tapa 1).
- Rakennuksen laatan ja perustusten välittömästä läheisyydestä johdettu salaojavesi voidaan myös käyttää pihojen kasteluun. Projektitiimin on kuitenkin osoitettava, ettei se vaikuta pihamaan sadevesijärjestelmiin.

Vaihtoehdossa 2 talousvettä ei käytetä lainkaan pihojen ja istutusten kasteluun, ja siinä on kaksi keinoa täyttää vaatimukset:

- Tapa 1: Käyttämällä ainoastaan kerättyä sadevettä tai kierrätettyä jäte- ja harmaavettä. Tässä tapauksessa voidaan käyttää myös kunnallisesti käsiteltyä ja johdettua juomakelvottomiin tarkoituksiin käytettävää vettä, mutta Suomessa ei tällaisia järjestelmiä ole kunnallismittakaavassa käytössä.
- Tapa 2: Rakennuksen pihamaalle asennettava kasvillisuus ei tarvitse pysyviä kastelujärjestelmiä. Väliaikaiset kastelujärjestelmät ovat sallittuja vain, mikäli ne puretaan 18 kuukauden aikana asennuksesta Yhdysvaltojen ulkopuolisissa maissa. (7, s. 27–28; 8, s. 27–28.)
 - Letkuhanoja ei määritellä pysyviksi kastelujärjestelmiksi, joten letkulla kastelua voi käyttää hetkelliseen kasteluun esimerkiksi kuivien kausien aikana (3, s. 183).

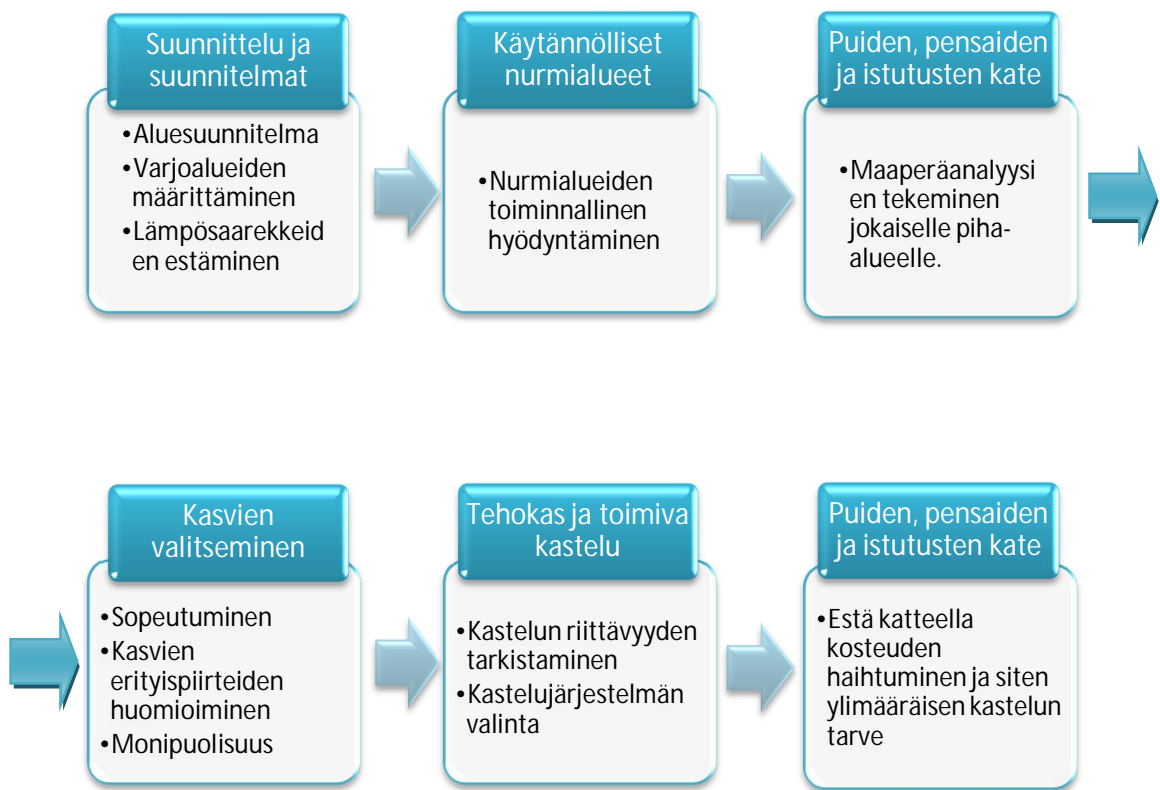
Suomessa selkeästi käytetympi vaihtoehto on vaihtoehto 2:n tapa 2, sillä se on huomattavasti yksinkertaisempi ja edullisempi toteuttaa. Noudattamalla vaihtoehtoa 1 voidaan saavuttaa kaksi pistettä ja noudattamalla vaihtoehtoa 2 voidaan saavuttaa neljä pistettä. Vaikka projektiin ei kuuluisi viheralueita, voi projekti silti olla oikeutettu tämän luokan pisteisiin. Mikäli projektin tontin kasvillisuus on rajoitettu esimerkiksi puistoihin tai pienempiin nurmi- tai istutusalueisiin, voi projekti tavoitella tämän luokan pisteitä mikäli nämä alueet muodostavat yhdessä vähintään 5 % projektin tontin pinta-alasta. Kuvassa 6 on FMO-Tapiolan ilmakeku. FMO-Tapiola on LEEDTM-sertifioitu luokassa EB:O&M tasolle Silver. Kuvasta 6 nähdään myös Suomessa tyypillisin piharatkaisu (vaihtoehto 2, tapa 2). (7, s. 27; 10, s. 135–136.)



Kuva 6. FMO-Tapiolan ilmakeku (15).

4.3.2 Suunnittelun kulku

Vettä säästävä viherrakentaminen vaihtelee rakennuksen ympäristön ja alueen mukaan. Pihan kasvillisuudeksi kannattaa valita mahdollisimman paljon sähän mukautuvia kasveja, jotka selviävät sadevedellä. Pihamaa kannattaa suunnitella siten, että normaali sadevesi pystyy kastelemaan mahdollisimman paljon piha-alueesta. Perinteiset nurmialueet kannattaa vähentää minimiin ja käyttää esimerkiksi multaa, joka säilöo vettä ja edesauttaa optimaalisia maaperäoloja. Kuvassa 7 on esitetty vettä säästävän viherrakentamissuunnitelman läpivienti.



Kuva 7. Vettä säästävän viherrakentamis-suunnitelman läpivienti. (3, s. 181-182)

Suunnittelu kannattaa aloittaa pihasuunnitelman laadinnasta. Suunnitelmasta tulisi näkyä olemassa olevat ja suunnitellut rakenteet, alueen pinnanmuodostus ja suuntautuminen, auringolle ja tuulelle altistuminen, tilankäyttö ja olemassa oleva kasvillisuus. Kullekin piha-alueelle tulisi esittää vuodenajoittain omat varjostusprofiilit, jotka perustuvat keskipäivän oloihin ja vedenkäyttöalueet sen mukaan, kuinka paljon mikäkin alue

käyttää vettä. Jokaisesta alueesta tulee määrittää maaperän koostumus ja edetä suunnittelussa kunkin maaperän vaatimusten mukaisesti. Suunnitelmien pohjalta voidaan havaita alueet, joille uhkaa syntyä lämpösaareke, jolloin näille alueille voidaan esimerkiksi istuttaa suojaksi puita. (3, s. 181) Taulukossa 5 on esitetty vedenkäyttöalueiden jakautuminen kastelutarpeen mukaan.

Taulukko 5. Kastelualueiden jakautuminen veden tarpeen mukaan (3, s. 182).

Kastelun tarpeellisuus	Kastelutyyppe
Suuri	Säännöllinen kastelu
Keskinkertainen	Satunnainen kastelu
Pieni	Kastelu luonnollisella sadevedellä

Nurmialueita tulisi istuttaa vain toiminnallisille alueille, kuten virkistysalueille, jalankulkureiteille tai silloin kun tahdotaan suojella maaperää. Kasvien valinnassa tulee kiinnittää huomiota kasvien alueelle sopeutumiseen, kasvukokoon ja aikaan, muotoon, lannoitustarpeeseen ja lajien määrään. Kasvilajeja ei tule olla vain yhtä lajia, mutta eikä myöskään liian useaa, ominaisuuksiltaan erilaista lajia. Lajien monipuolisuudella pyritään rajoittamaan tautien tai hyönteisten aiheuttamaa vahinkoa. Tuholaisien torjunnan tulisi olla kokonaisvaltaista ja valittujen kasvien olisi hyvä selvitä ilman lannoitusta. Jos lannoitusta kuitenkin tarvitaan, tulisi käyttää orgaanisia ja öljyihin pohjautumattomia kemiallisia lannoitteita.

Jotta kastelu olisi mahdollisimman tehokasta, kastelujärjestelmien kasteluakataulut ja kestot tulisi tarkistaa kuukausittain esimerkiksi tietokone-ohjelmoidun valvontayksikön avulla. Ohjelmalla voidaan säädellä myös pihojen kasteluun käytettävää vettä, jos kastelujärjestelmänä on pisara-, sumutus- tai jokin muu pinnanalainen järjestelmä. Kasvit tulee suunnitella siten, etteivät ne tarvitse kastelua marraskuun ja huhtikuun välillä ja pensaat siten, etteivät ne tarvitse kastelua syyskuun ja kesäkuun välillä. Homeen synnyn estämiseksi kastelujärjestelmistä ei saa johtua vettä rakennuksen rakenteisiin tai raitisilmasäleikköihin. Puiden, pensaiden ja kukkaistutusten juurakko on lisäksi syytä peittää katteella, jolla rajoitetaan mullasta ja maaperästä haihtuvan kosteuden määrää. (3, s. 181–182.)

4.3.3 Käytettävät järjestelmät

Erinomainen keino saavuttaa pisteet on käyttää pihojen kasteluun kerättyä sadevettä ja rakennuksessa toimivia jäteveden käsittelyratkaisuja, sillä ne sallivat laajemman kasvillisuusvalikoiman käyttämisen. Tehokkaiden kastelujärjestelmien käyttämiseen kuuluu pienikokoisten kastelujärjestelmien, kosteusantureiden, veden katkaisu ja säätä tarkastelevien valvontalaitteiden käyttö. Tippusuuttimia (kuva 8) käyttävät kastelujärjestelmät ohjaavat veden suoraan kasvien juuriin, käyttäen jopa 30–50 % vähemmän vettä kuin sadettimet (kuva 8).



Kuva 8. Vasemmalla tippusuutin ja oikealla perinteinen sadetin (16).

Pyörivillä kastelusuuttimilla voidaan saada aikaiseksi suurempi kastelusäde ja vettä voidaan annostella pienemmälle sademäärälle kuin tavanomaisissa kastelujärjestelmissä. Oikealla paineella toimivat suihkupäät ja suuttimet varmistavat, että kasteluveden pisarat ovat oikean kokoisia, eikä aurinko tai tuuli pääse vaikuttamaan niihin. Jos verkoston paine on liian suuri, pisaroista tulee liian ohuita ja tuuli pääsee vaikuttamaan kastelukuvioon. Veden käytössä voi säästää lähes 30 % hankkimalla tehokkaat, painetta säätävät kastelusuuttimet.

Automatisoidut kosteus- ja haihtumisanturit ovat tärkeä osa hyvää kastelujärjestelmää, sillä niiden avulla kasteluajat muuttuvat sääolojen mukaan. Siinä missä tavanomaiset säätimet on ajastettu kastelemaan pihaa joka päivä samaan aikaan riippumatta sääoloista, automatisoidut anturit säästävät vettä kastelemalla pihaa sään tai maaperän kosteuden mukaan. Kuvassa 9 on esitetty esimerkki tippusuutinjärjestelmästä. Kuvan vasemmassa reunassa on kastelunohjaus ja pumppu, josta kasteluvesi ohjataan kasveille. (3, s. 183.)



Kuva 9. Tippusuutinjärjestelmä. Vasemmassa reunassa on kastelunohjaus ja mahdolliset anturit. Ohjaus on kytketty pumppuun joka pumppaa vettä kasveille. Järjestelmään voitaisiin kytkeä vesisäiliö, johon kerättäisiin esimerkiksi sadevettä. (16)

Sadeveden keräysjärjestelmät voivat vähentää merkittävästi tai eliminoida kokonaan kasteluun käytettävän talousveden tarpeen. Sadevesi voidaan ottaa talteen rakennusten katoilta, aukioilta ja kestopäälysteisiltä alueilta, jonka jälkeen se valmistellaan kastelukäyttöön seulomalla ja suodattamalla. Ideaalisia kattopäälysteitä sadeveden keräykseen ovat metalli, savi tai betoniperusteiset materiaalit sillä asfalttia tai lyijyä sisältävät materiaalit saastuttavat vettä. Sadeveden liika kivennäisaine- tai happopitoisuus voi vahingoittaa järjestelmää tai kasveja. Aineet voi kuitenkin suodattaa sadevedestä maaperän avulla tai mekaanisilla suodattimilla. Sadeveden keräysjärjestelmien soveltuvuus tulee tarkistaa projektikohtaisesti, sillä ne eivät sovellu kaikille alueille. Tässä luokassa saavutetaan neljä pistettä, jos suunnittelijat pystyvät osoittamaan vuosi- ja kuukausikohtaisilla suunnitelmillaan, että sadevesi riittää pihojen kasteluun.

Pohjaveden kerääminen perustuksista tai kellarista pihojen kastelua varten luokitellaan innovatiiviseksi tavaksi, mutta pisteitä ei saada asentamalla vettä keräävää kaivoa. Suunnittelijoiden on osoitettava, että ylimääräinen pohjavesi on haitaksi ja siitä voidaan hyötyä. Lähtökohtaisesti voidaan kuitenkin ajatella, että maksimipisteet tässä luokassa voidaan saavuttaa käyttämällä kasteluun luonnonvettä. (3, s. 183.)

4.3.4 Laskelmat

Seuraavat laskelmat ovat vettä säästävän viherrakentamisen toteutusvaihtoehdolle 1. Laskelmien laatiminen alkaa projektin tontin pinta-alan määrittelemisestä. Tontille määriteltä pinta-alaa tulee käyttää jokaisessa LEED™ 2009 -luokassa. Tontin kokonaispinta-ala lajitellaan pääkasvillisuuden mukaan omiin alueisiinsa, jotta alueille voitaisiin määrittää laskentaan pohjautuvat kertoimet K_L , K_s , K_d ja k_{mc} . Kertoimien merkitykset on selitetty kuvassa 10. Kertoimien tarkoitus on kuvata maaperää ja pihan kasvillisuuden piirteitä mahdollisimman tarkasti ja vertailukelpoisesti. Lähtökohtina ovatkin kasvillisuuden tarvitsema kasteluveden määrä suhteessa kesän kuumimpaan kuukauteen eli Suomessa heinäkuuhun. Kertoimilla tahdotaan ottaa myös kantaa pihan kasvillisuuden vaihtelevuuteen ja siihen, kuinka tiheää kasvillisuus tontilla on, eli kuinka paljon on paljaita alueita ja istutusalueita. Periaatteessa tahdotaan motivoida istuttamaan, tietyissä rajoissa, useampia kasvilajeja eri puolille tonttia. (3, s. 184–185.)

K_L	<ul style="list-style-type: none"> • Aluekerroin K_L kuvaa veden haihtumisen ja vaihtelevuuden määrää kasvilajien, mikroilmaston ja kasvien istutustiehdyden välillä. • K_L saadaan kertomalla K_s, K_d ja k_{mc} keskenään.
K_s	<ul style="list-style-type: none"> • Lajitekijällä K_s kuvataan kasvilajien tarvitsemaa vedenkulutusta asteikolla pieni-, keskiverto- ja suuri. Vedenkulutuksen arviointiin suositellaan käytettäväksi asiantuntijoita ja kasvioppaita. • Piha-alueet saa pidettyä hyväksyttävässä kunnossa K_s:n arvolla 0,5. Jos kasvillisuus ei tarvitse kastelua istutuksen jälkeen, K_s saa arvon 0.
K_d	<ul style="list-style-type: none"> • Tiheyskerroinella K_d kuvataan kasvilajien määrää ja kokonaislehtialuetta. • Veden haihtumista tapahtuu harvaan istutetuilla alueilla vähemmän kuin tiheään istutetuilla. • Jos puiden varjostus alueella on 60-100 %, arvolle K_d voi käyttää keskiarvoa. Keskiarvoa voi käyttää myös tilanteissa, joissa pensaiden ja katteen varjostus on 90-100 %. K_d:n arvot ovat alhaisia silloin, kun puiden varjostus on alle 60 % ja pensaiden ja katteen varjostus alle 90 %. Esimerkiksi puiden varjostuksen ollessa 25 % saadaan K_d:n arvoksi 0,5. Haihtuminen kasvaa alueilla joissa on paljon erilaista kasvillisuutta ja puiden oksisto peittää alemmat pensaats ja maankatteen. Tällöin tiheyskerroin K_d saavuttaa suurimmat lukemansa 1-1,3.
k_{mc}	<ul style="list-style-type: none"> • Mikroilmastokerroinella k_{mc} kuvataan ympäristön oloja, tontin lämpötilaa, tuulta ja kosteusarvoa. Esimerkiksi parkkipaikat kasvattavat alueen tuulisuutta ja lämpötilaa vaikuttaen viereisiin alueisiin. • k_{mc}:n keskiarvo 1 kuvaa oloja missä haihtumiseen ei vaikuta rakennukset, jalkakäytävät, heijastavat pinnat tai mäet. k_{mc} saa suuria arvoja jos haihtuminen kasvaa kuumuuden, heijastavien pintojen tai kovien tuulien vaikutuksesta. • Esimerkiksi parkkipaikkojen viereisten rakennusten länsipuoli, länsi- ja eteläpuolen aukiot, keskiöt ja alueet voivat kokea ”tuulitunneli”-efektin. Kun alueet on varjostettu ja suojattu tuulelta, saavutetaan alhaisia k_{mc}:n arvoja.

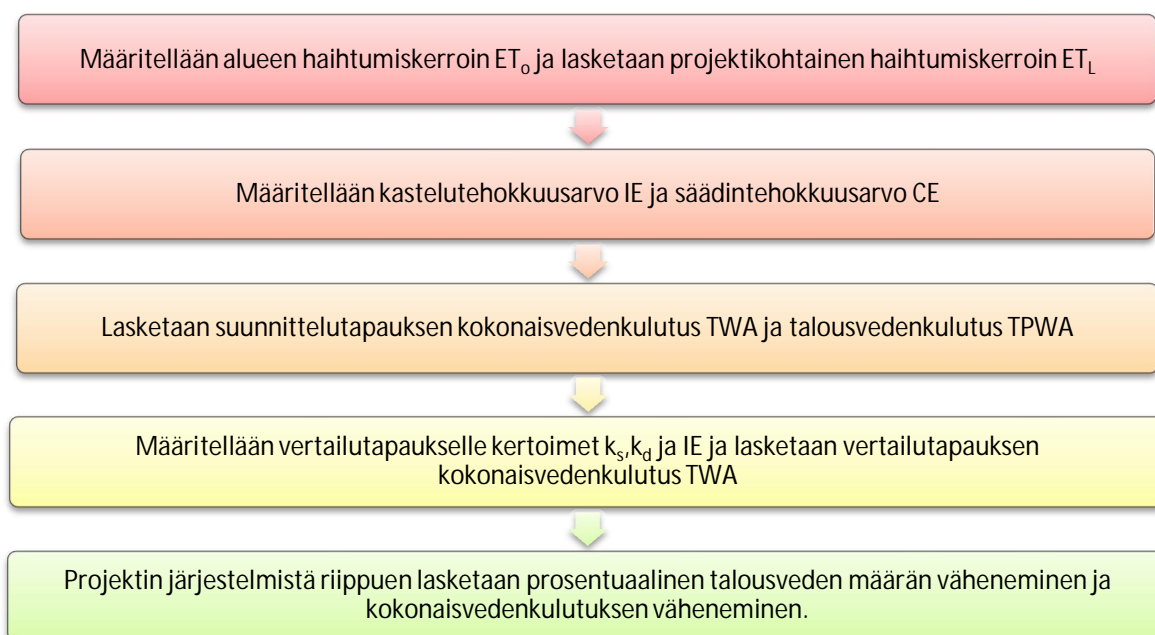
Kuva 10. Toteutusvaihtoehdon 1 laskentaan perustuvien kertoimien määritelmät (3, s. 184–185).

Taulukossa 6 esitetään kertoimien k_s , k_d ja k_{mc} suositusarvot siten, että P tarkoittaa pientä, K keskiarvoista ja S suurta kastelutarvetta. Taulukosta valitaan jokaiselle parametrille sopivat arvot. Projektitiimien on kuitenkin valmistauduttava osoittamaan valitut arvot saavutetuksi esimerkiksi asiantuntijalausunnoilla tai laskelmilla. (3, s. 184–187.)

Taulukko 6. Kasteluun perustuvien kertoimien suositusarvot. P tarkoittaa pientä, K keskiarvoista ja S suurta kastelutarvetta. (3, s. 185.)

Kasvillisuustyyppi	Lajikerroin (k_s)			Tiheyskerroin (k_d)			Mikroilmastokerroin (k_{mc})		
	P	K	S	P	K	S	P	K	S
Puut	0.2	0.5	0.9	0.5	1.0	1.3	0.5	1.0	1.4
Pensaat	0.2	0.5	0.7	0.5	1.0	1.1	0.5	1.0	1.3
Maankate	0.2	0.5	0.7	0.5	1.0	1.1	0.5	1.0	1.2
Puu-, pensas- ja maankate sekoitukset	0.2	0.5	0.9	0.6	1.1	1.3	0.5	1.0	1.4
Ruoho	0.6	0.7	0.8	0.6	1.0	1.0	0.8	1.0	1.2

Aluekerroin K_L lasketaan kuvan 11 mukaisesti kertomalla laji-, tiheys-, ja mikroilmasto-kertoimet keskenään. Kuvassa 11 on havainnollistettu myös varsinaista laskentajärjestystä. Koska kertoimia k_s , k_d , k_{mc} ja K_L tarvitaan varsinaisissa laskelmissa, ne on selvitettävä ennen varsinaisiin laskelmiin siirtymistä.



Kuva 11. Vettä säästävän viherrakentamislaskelmien kulku (3, s. 184–187).

Kun aluekerroin on laskettu, siirrytään haihtumiskertoimen ET_o määrittämiseen. ET_o kuvaa maaperästä haihtuvan veden määrää tuumissa. Aiheeseen liittyvää osaamista tarjoaa MTT (17) (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), mutta varsinaisia kertoimia ET_o ei Suomesta löydy valmiina. Jos toteutusvaihtoehtoa 1 lähdetään Suomessa toteuttamaan, on syytä konsultoida MTT:tä erikseen. Markkinoilla on myös tähän tarkoitukseen tehtyjä mittareita, joita valmistaa esimerkiksi Rain Bird®. LEED™ 2009 -laskelmissa arvolle ET_o käytetään heinäkuuta, koska silloin haihtuminen on suurinta ja tällöin myös kastelun tarve on suurin. Yhdysvaltojen Texasin osavaltiossa toimii ilmainen TexasET Network (18), josta on löydettävissä kuukausi- ja päiväkohtaiset ET_o -arvot kunnittain. Päiväkohtaiset ET_o -arvot vaihtelevat noin 0,15–0,30 tuuman välillä, ja esimerkiksi koko heinäkuun ET_o -arvo vuodelta 2005 Amarillon kaupungissa on 8,08. Laskelmissa käytetään koko kuukauden arvoa. Projektikohtainen ET_L -arvo lasketaan jokaiselle alueelle kaavalla 7.

$$ET_L(in) = ET_o \cdot K_L \quad (7)$$

ET_o on haihtumiskerroin (in)

K_L on aluekerroin ($K_L = k_s \cdot k_d \cdot k_{mc}$ ja kertoimet k_s , k_d ja k_{mc} saadaan taulukosta 6)

Kastelutehokkuuteen vaikuttaa olennaisesti valittu järjestelmä. Kuten luvussa 4.3.3 kerrottiin, tippusuutinjärjestelmät käyttävät jopa 30-50 % vähemmän vettä kuin sadetimet. Arvoihin vaikuttaa myös olennaisesti suuttimista lähtevien pisaroiden koko ja verkoston paine. LEED™ 2009 -pistejärjestelmässä on määritelty valmiiksi suutintyyppiset kastelutehokkuusarvot IE:t, joka valitaan taulukosta 7.

Taulukko 7. Kastelutehokkuusarvot kastelumenetelmän mukaisesti (3, s. 186).

Tyyppi	Kastelutehokkuus (IE-luku)
Sadetin	0,625
Tiputin	0,90

Mikäli järjestelmässä käytetään sää- tai kosteusantureita, tulee jokaiselle alueelle määrittää säädintehokkuuden arvo (CE), joka kuvaa prosentuaalista veden käytön vähene- mistä. Säädintehokkuuden arvon täytyy tarvittaessa löytyä joko valmistajan dokumen- teista tai piha-aluesuunnittelijan laskelmista. LEED™ 2009 -järjestelmässä ei ole määri-

teltty näitä arvoja erikseen, sillä ne riippuvat olennaisesti valmistajasta ja säätimen erityispiirteistä.

Alueille määritellään seuraavaksi suunnittelutapauksen kokonaisvedenkulutus (TWA) ja talousveden kokonaiskulutus (TPWA). Arvot kuvaavat gallonissa sitä, kuinka paljon piha-alueille käytetään kokonaisuudessaan talousvettä verrattuna kokonaisvedenkulutukseen. Laskelmiin käytetään kaavoja 8 ja 9.

$$\text{Suunnittelutapauksen TWA (gal)} = (A \text{ (sf)} \cdot \frac{ET_L \text{ (in)}}{IE}) \cdot CE \cdot 0,6233 \text{ (gal/sf/in)} \quad (8)$$

A on pinta-ala (sf)

ET_L on alueen haihtumiskerroin (in)

IE on järjestelmän kastelutehokkuus

CE on säätimen tehokkuus

$$\text{Suunnittelutapauksen TPWA (gal)} = \text{TWA (gal)} - \text{RW (gal)} \quad (9)$$

TWA on kokonaisvedenkulutus (gal)

RW on kierrätetyn veden määrä (gal)

Kun suunnittelutapauksen TWA ja TPWA on määritelty, siirrytään vertailutapauksen määrittelyyn. Vertailutapauksen laskennassa käytettävien kertoimien k_s , k_d ja IE arvot kuvaavat tavanomaista kasvillisuutta, laitetta ja suunnittelukäytäntöä. Tavanomainen laite voi vertailutapauksessa olla esimerkiksi sadetinjärjestelmä, joka on ajastettu kastelemaan piha-alueet joka päivä tiettyyn kellonaikaan. k_{mc} ja ET_o ovat samat perus- ja suunnittelutapaukselle. Jos projektin piha-alueesta korvataan vähän vettä tarvitsevia kasveja, kuten pensaita, paljon vettä tarvitseviin, piha-alueet voidaan jakaa uudelleen vertailutapauksessa, mutta piha-alueen kasvillisuuden peittämän alueen täytyy pysyä samana. Esimerkiksi nurmialuetta ei voida korvata enää parkkipaikalla. Vertailutapausta ei myöskään voi laskea 100-prosenttisesti nurmelle, jos projektia ympäröivällä seudulla on yleisesti puita, pensaita ja istutuksia. Vertailutapauksen TWA laskeaan kaavalla 10.

$$\text{Vertailutapauksen TWA (gal)} = (A \text{ (sf)} \cdot \frac{ET_L \text{ (in)}}{IE}) \cdot 0,6233 \text{ (gal/sf/in)} \quad (10)$$

A on pinta-ala (sf)

ET_L on alueen haihtumiskerroin (in)

IE on perusjärjestelmän kastelutehokkuus

Jos käytetään sadeveden keräysjärjestelmiä tai kierrätettyä ja käsiteltyä harmaavettä, näille tulee määrittää heinäkuussa käytettävissä olevan kierrätettävän veden määrä. Kierrätettävä vesimäärä riippuu sademäärästä ja tiheydestä, rakennuksen tuottamasta harmaaveden määrästä sekä varastointikapasiteetista. Rakennuksen kierrätysjärjestelmien tulee ennakoida kuukausittaiset vesimäärät kuten optimaalinen varastointikapasiteettikin. Sadevesimäärän voi arvioida perustuen edellisvuosien heinäkuun tietoihin tai kaikkien kuukausien sademäärätietoihin, riippuen siitä aiotaanko sadevettä kerätä läpi vuoden vai vain kesän aikana. Suomessa eri alueiden sademäärätiedot saa Ilmatieteenlaitokselta erillistä maksua vastaan. Jos vettä kerätään läpi vuoden, projektitiimi voi määrittää heinäkuun alussa oletettavissa olevan veden määrän ja lisätä sen oletettavissa olevaan heinäkuun sademäärään ja siten määrittää sadevesisäiliön optimaalisen koon. Kasteluun käytettävän talousveden väheneminen lasketaan kaavalla 11.

$$\text{Talousveden määrän väheneminen (\%)} = \left(1 - \frac{TPWA_S}{TPWA_V}\right) \cdot 100 \% \quad (11)$$

$TPWA_S$ on suunniteltu talousveden kokonaiskulutus

$TPWA_V$ on vertailutapauksen talousveden kokonaiskulutus

Mikäli kasteluun käytettävän talousveden väheneminen on 100 %, lasketaan kokonaisvedenkulutuksen väheneminen (talousvesi + kierrätetty vesi) kaavalla 12.

$$\text{Kokonaisvedenkulutuksen väheneminen (\%)} = \left(1 - \frac{TWA_S}{TWA_V}\right) \cdot 100\% \quad (12)$$

TWA_S on suunniteltu kokonaisvedenkulutus

TWA_V on vertailutapauksen kokonaisvedenkulutus

Laskelmien tarkoitus on demonstroida talousveden käytön vähenemistä piha-alueiden kastelussa. Pelkkien laskelmien teko ei kuitenkaan riitä, vaan vastuullisen osapuolen tulee laatia suunnitelmat, jotka täsmentävät käytettävät kasvillisuudet ja kastelujärjestelmät, mikäli pisteitä päätetään tässä luokassa hakea. Jos pisteitä päätetään hakea ja

kasteluun käytettävä talousveden väheneminen on 50 % tai enemmän, saavutetaan kaksi pistettä vaihtoehdon 1 mukaisesti. Jos vähennys on 100 % ja kasteluun käytettävän kokonaisvedenkulutuksen väheneminen on 50 % tai enemmän, saavutetaan neljä pistettä vaihtoehdon 2 mukaisesti. (3, s. 185–187; 10, s. 136.)

4.3.5 Esimerkkilaskelma

Vettä säästävän viherrakentamisen esimerkkilaskelma on esitetty liitteessä 2. Liitteessä esitetty laskentatapaus on fiktiivinen ja laskennassa on noudatettu seuraavia laskenta-periaatteita

- Tontin kasvillisuuden peittämän alueen pinta-alan on 10 % liitteessä 1 esitellystä toimistorakennuksesta eli 620 000 sf (57 598 m²).
- Pihalla on pensaita, istutuksia ja nurmea.
- Suunnittelutapauksessa pensaiden pinta-ala on 18 600 sf (1 728 m²), istutusten 31 000 sf (2 878 m²) ja nurmikkoalueen 12 400 sf (1 152 m²).
- Vertailutapauksessa pensaiden pinta-ala on sama kuin suunnittelutapauksessa, mutta koska vertailutapauksessa ei ole istutuksia, on nurmialueiden pinta-ala yhteensä 43 400 sf (4 032 m²).
- Pensaiden ja istutusten kastelu hoidetaan suunnittelutapauksessa tippusuuttimilla ja nurmialueiden kastelu sadettimilla.
- Vertailutapaus on laskettu käyttäen perinteistä sadetinjärjestelmää.
- Arvo ET_0 on peräisin LEEDTM reference quiden (3, s. 188) laskentaesimerkistä.

Liitteen 2 tapauksessa lajikerroin k_s , tiheyskerroin k_d ja mikroilmastokerroin k_{mc} on arvioitu. Todellisuudessa ne perustuvat kasvillisuusoppaisiin tai erillisen piha-suunnittelijan ilmoittamiin arvoihin. Esimerkiksi pensaiden lajikertoimeksi arvioitiin taulukon 6 mukaan 0,2 (pieni kasteluntarve), tiheyskertoimeksi 1 (keskiarvoinen kasteluntarve) ja mikroilmastokertoimeksi 1,3 (suuri kasteluntarve). Aluekerroin K_L :ksi saadaan

$$K_L = 0,2 \cdot 1 \cdot 1,3 = 0,26.$$

Pensaiden haihtumiskerroin ET_0 on 8,12. Toimistorakennuksen piha-alueiden haihtumiskertoimeksi ET_L saadaan kaavalla 7

$$ET_L = 8,12 \cdot 0,26 = 2,11 \text{ tuumaa.}$$

Suunnittelutapauksessa käytetään tippusuutinjärjestelmää pensaiden ja istutusten kasteluun. Tippusuutinjärjestelmän kastelutehokkuus eli IE-luku on taulukon 7 mukaan 0,9. Nurmikkoalueille asennetaan sadettimet joiden IE-luku on 0,63. Suunnittelutapauksen talousveden kokonaiskulutukseksi TWA pensasalueille saadaan kaavalla 7

$$\text{TWA pensasalueet (gal)} = 18\,600 \text{ sf} \cdot \frac{2,11 \text{ in}}{0,9} \cdot 0,6233 \text{ (gal/sf/in)} = 27\,195 \text{ gallonaa.}$$

Suunnittelutapauksen istutuksien talousveden kokonaiskulutukseksi saadaan 53 694 gallonaa ja nurmialueiden talousveden kokonaiskulutukseksi saadaan 83 678 gallonaa, eli suunnittelutapauksen kokonaisvedenkulutukseksi TPWA saadaan 167 568 gallonaa.

Taulukosta 6 saadaan myös vertailutapauksen lajikertoimeksi k_s 0,5 (keskinkertainen kasteluntarve) ja tiheyskertoimeksi 1 (keskinkertainen kasteluntarve). Mikroilmastokeroin k_{mc} on sama kuin suunnittelutapauksella eli 1,3 (suuri kasteluntarve). Vertailutapauksen pensasalueiden aluekertoimeksi K_L saadaan

$$K_L = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,3 = 0,65.$$

Pensaiden haihtumiskerroin ET_0 on vertailutapauksessa sama kuin suunnittelutapauksessa eli 8,12. Toimistorakennuksen piha-alueiden haihtumiskertoimeksi ET_L saadaan kaavaan 7 sijoittamalla

$$ET_L = 8,12 \cdot 0,65 = 5,28 \text{ tuumaa.}$$

Vertailutapauksen pensaiden ja nurmialueiden IE -luku on 0,63 eli kastelujärjestelmänä on kauttaaltaan sadettimet. Järjestelmä toimii aikataulutetusti, eli sillä ei ole säätimiä. Kaavalla 9 saadaan vertailutapauksen pensasalueiden talousvedenkulutukseksi

$$\text{TWA pensasalueet (gal)} = 18\,600 \text{ sf} \cdot \frac{5,28 \text{ in}}{0,63} \cdot 0,6233 \text{ (gal/sf/in)} = 97\,127 \text{ gallonaa.}$$

Vertailutapauksen nurmialueiden talousveden kulutukseksi saadaan 292 875 gallonaa, eli kokonaisvedenkulutukseksi TPWA saadaan yhteensä 390 001 gallonaa. Suunnittelutapauksen kokonaisvedenkulutuksen TPWA:n ollessa 164 568 gallonaa saadaan talousveden vähenemiseksi kaavalla 10

$$\text{Talousveden määrän väheneminen (\%)} = \left(1 - \frac{164\,568\,gal}{390\,001\,gal} \right) \cdot 100\% = 57,80\%.$$

Luvussa 4.3.1 kuvatun toteutusvaihtoehdon 1 mukaan vähennyksen ollessa yli 50 % saavutetaan kaksi pistettä luokassa "vettä säästävä viherrakentaminen".

4.4 WE 2: Innovatiiviset jätevesiteknologiat

4.4.1 Pisteiden jakautuminen

LEED™ NC- ja LEED™ CS -sertifiointiluokkien luokassa "innovatiiviset jätevesiteknologiat" on mahdollista saavuttaa kaksi pistettä. Luokan tarkoituksena on käyttää menetelmiä, jotka vähentävät jäteveden syntyä ja talousveden tarvetta, jotta pohjavesialueiden palautuminen nopeutuisi. Pisteiden saavuttamiseksi on kaksi vaihtoehtoa:

- Vaihtoehdossa 1 vähennetään viemärijätteiden kuljettamiseen tarvittavan talousveden määrää 50 % käyttämällä pienhuuhtelukalusteita tai juomakelvotonta vettä esimerkiksi WC:n huuhteluun.
- Vaihtoehdossa 2 jätevedestä käsitellään 50 % kiinteistön alueella.
 - Käsitelty vesi täytyy käyttää kiinteistössä kierrättämällä se esimerkiksi WC-huuhteluun tai johdattamalla se esimerkiksi piha-alueiden kasteluun.

Toteutusvaihtoehdosta riippumatta tässä luokassa voi saavuttaa kaksi pistettä. Jaossa olevien pisteiden määrää ei tule väheksyä, sillä toteuttamalla toisen yllä mainituista vaihtoehdoista tuetaan samalla muita LEED™ 2009 -sertifiointijärjestelmän osa-alueita. (3, s. 193–195.)

4.4.2 Suunnittelu

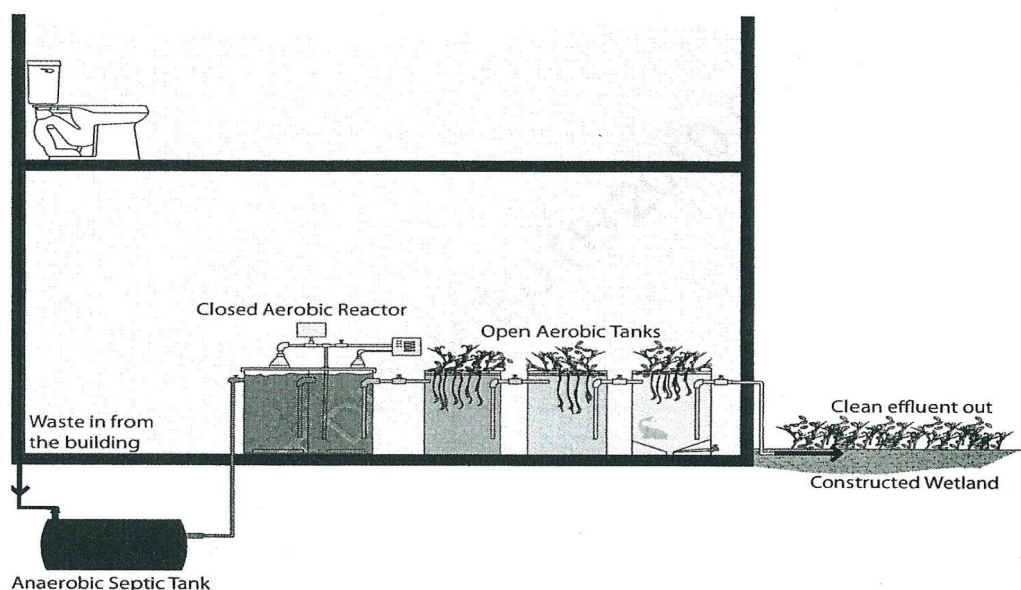
Jo esisuunnitteluvaiheessa tulee määritellä veden käytölle yhteiset tavoitteet, joihin tilaaja, arkkitehti ja muut suunnittelijat sitoutuvat. Mikäli sadevettä päätetään kerätä, tulee säätiedoista tutkia vuosittainen ja kausittainen sademäärä. Näiden vertailu helpottaa varastointisäiliön koon arviointia ja mahdollisten veden käsittelykustannusten arviointia. Vertailut on syytä tehdä ajoissa, jotta rakennustoimenpiteet voidaan jaksottaa suunnitelmallisemmin. Esimerkiksi jos vesisäiliö olisi kannattavaa sijoittaa parkki-alueen alapuolelle, sen paikalleen asentaminen tulee huomattavasti edullisemmaksi ennen parkki-alueen asfaltointia tai mahdollisten katosten rakentamista.

Muiden vesien kuin talousveden käyttöön vaikuttaa olennaisesti maan säädökset ja lait. Sadeveden keräys ja kierrätys ei kuitenkaan kohtaa yhtä suuria vaatimuksia kuin harmaanveden kierrätys. Kuten luvussa 2.2 on kerrottu, vesilaitteistoon saa johtaa vain vettä, joka täyttää sosiaali- ja terveysministeriön asettamat talousveden vaatimukset. Talousvesilaitteistoon ei myöskään saa kytkeä toista järjestelmää, joka voi muuttaa veden mikrobiologista tai kemiallista laatua. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kiinteistöön olisi asennettava kaksi erillistä järjestelmää. (3, s. 196; 4, s. 6–7.)

Mikäli harmaavettä päätetään kierrättää, kaksoisputkijärjestelmät tulee ehdottomasti asentaa suunnitellusti jo rakennusvaiheessa jälkiasennuksen hankaluuden ja kalleuden vuoksi. Sadeveden kierrättämisellä ei ole yhtä paljon puhtaus- ja käsittelyvaatimuksia kuin harmaaveden kierrättämisellä, sillä sadevesi on luonnostaan puhtaampaa. Sadeveden kerääminen vähentää myös ylivirtauksen estoon tarvittavia laitteita. Useimmissa sadeveden keräysjärjestelmissä veden varastointi on kallein kustannus. Sadeveden keräyksestä voidaan tehdä tuottavampaa liittämällä keräyssäiliö hulevesijärjestelmään. Veden käsittely voidaan liittää luonnollisiin tai erikseen rakennettuihin kosteikkoihin samalla lisäten alueen viihtyisyyttä. Käsittely voidaan toteuttaa myös mekaanisilla kiertohiekkasuodattimilla sekä happipakoisilla biologisilla reaktioastioilla. Raaka, käsittelemätön sadevesi, hulevesi ja harmaavesi voivat olla huomattavasti korroosiota synnyttävämpiä kuin talousvesi, niiden mikrobiologisten tasojen, säiliöiden ja reittien takia. Materiaalivalinnoissa kannattaakin suosia korroosiota vastustavia materiaaleja järjestelmän elinkaaren turvaamiseksi. Tällä hetkellä jäteveden kierrätys ja puhdistusjärjestelmien uutuuden vuoksi niillä on suuret aloituskustannukset suhteutettuna rakennuksen kokonaiskustannuksiin.

Aikaisessa vaiheessa päätetty veden säästön määrä mahdollistaa eri säästötoimenpiteiden ja -kohteiden vertailun. Samalla voidaan vertailla tehokkaammin esimerkiksi sadeveden keräyksen vaikutusta muihin järjestelmiin. Myös niiden alueiden tutkiminen, joista sadevettä on mahdollista kerätä talteen, tulee selvittää hyvissä ajoin. Ennen siirtymistä varsinaiseen suunnitteluun, voidaan myös vielä uudelleen arvioida onko esimerkiksi sadevesijärjestelmän asentaminen ympäristö- ja kustannustehokasta. Ennen vedensäästön laskemista tulee suunnittelijalla olla kuitenkin tiedossa veden kierrätyskohteet ja mahdolliset vedenkäsittelylaitteet. (3, s. 194, 196.)

Kun jätettä käsitellään kiinteistön alueella biologisin käsittelykeinoin, käsiteltyä jätevetä voidaan käyttää esimerkiksi vessojen ja urinaalien huuhteluun tai johtaa se pihojen kasteluun toteutusvaihtoehtoon 2 mukaan. Kuvassa 12 on esitetty esimerkki jäteveden käsittelyprosessista kiinteistön alueella. Kun kiinteät jätteet kulkeutuvat hapettomaan hajotuskaivoon (Anaerobic Septic Tank), jätteen sisältämät mikrobit alkavat kasvaa ja hajottaa jätettä. Suljettu happipitoinen reaktioastia (Closed Aerobic Reactor) on ilmattu pumpuilla, jotta syntynyt seos saadaan liikkumaan. Avonaiset happipitoiset reaktioastiat (Open Aerobic Tanks) sisältävät kasveja, levää, etanoita ja kaloja, jotka edelleen hajottavat orgaanista jätettä. Kosteikoissa jäljelle jääneet epäpuhtaudet ja nitraatit hajoavat, jolloin jäljelle jää juomakelvotonta vettä, jonka voi käyttää kasteluun tai vessojen ja urinaalien huuhteluun. (3, s. 198.)



Kuva 12. Jäteveden biologinen käsittely kiinteistön alueella (3, s. 198).

Ennen tämän kaltaisten järjestelmien asentamista on tarkistettava, että suunnitellut menetelmät ja laitteet noudattavat ympäristönsuojelulakia 86/2000 sekä Suomen rakentamismääräyskokoelmaa.

4.4.3 Laskelmat

Innovatiivisten jätevesiteknologioiden laskelmat perustuvat huuhtelukalusteiden jäteveden vuotuiseen tuottoon. Virtaamakalusteita kuten hanoja, ei oteta laskelmissa huomioon. Huuhteluveden väheneminen on suunnittelutapauksen ja perustapauksen laskennallinen erotus. Prosentuaalinen väheneminen saadaan jakamalla suunnittelutapaus perustapauksella. Kuten perusedellytyksen laskennassa, innovatiivisten jätevesiteknologioiden laskelmat eivät perustu kalusteiden määrään vaan kalusteiden virtaamiin ja niitä käyttävien ihmisten määrään ja tyyppiin. Jos kiinteistö on jaettu ryhmiin kalustetyyppien mukaan, tulee näiden kalusteryhmien, ihmistyyppien ja FTE-arvojen olla samat kuin perusedellytyksen laskelmissa. Myös tämän luokan perustapaus lasketaan luvun 4.2.3 taulukossa 4 esitetyillä virtaamilla.

Suunnittelutapauksen huuhteluvedenkulutus lasketaan summaamalla huuhtelukalusteiden lasketut virtaamat yhteen. Jos kiinteistössä kierrätettyä harmaavettä tai sadevettä ohjataan vessojen tai urinaalien huuhteluun, vähennetään tämä kierrätettävä tai kerätty veden määrä huuhteluvedenkulutuksesta. Suunnittelijan on kuitenkin osoitettava, että kerätty ja kierrätetty vesi vastaa kalusteiden käyttämää huuhteluvesimäärää. Laskelmat suoritetaan vuositasona. Suunnittelutapauksen laskennassa käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman D1 mukaisia normivirtaamia ja määräyksiä. Normivirtaamat on esitetty luvun 4.2.3 taulukossa 4. Jos esimerkiksi valmistajilta saadaan tiedot jonkin kalusteen vedenkulutuksesta, voidaan näitä tietoja käyttää laskennassa. Esimerkiksi valokennolla toimivien kalusteiden osalta kannattaa katsoa valmistajien oppaista niiden mahdolliset virtaama- ja jälkivirtaama-ajat.

Tässä luokassa voi saada innovaatiopisteitä erinomaisesta suorituksesta, mikäli huuhteluvesien vähennys on 100 % tai kiinteistön alueella käsitelty jätevesi kattaa 100 % kiinteistössä syntyvästä vessojen ja urinaalien jätevedestä. (3, s. 196–197.)

Esimerkkilaskelma on esitetty liitteessä 3. Liitteen laskentataulukoiden tarkoitus on hahmottaa, miten eri suunnittelumenetelmät tai toteutusvaihtoehdot vaikuttavat talousveden säästöön. Liitteessä on laskettu veden säästö D1:n vaatimuksilla, vedettömillä urinaaleilla, pelkillä WC-pöntöillä ja siten, että puolet huuhteluvedestä korvataan juomakelvottomalla vedellä. Jos noudatetaan D1:n virtaamavaatimuksia 100-prosenttisesti, veden säästoksi jää vain 37 %, jolloin pisteitä ei saavuteta. Mikäli huuhteluvedestä korvattaisiin puolet juomakelvottomalla vedellä, säästö olisi lähes 70 %. Jos urinaaleja ei ole lainkaan tai käytettäisiin kompostoivia urinaaleja, ei veden säästö yltäisi siltikään 50 %:iin. Esimerkkitapauksessa voitaisiin saavuttaa 50 %, jos miesten vessat korvattaisiin kompostoivilla vessoilla. Liitteen 3 laskentamenetelmät perustuvat luvuissa 4.2.3 ja 4.2.4 kuvattuihin menetelmiin.

4.5 WE 3: Veden kulutuksen vähentäminen

Tämän luokan tarkoituksena on vähentää kunnallisten vesihuoltolaitosten kuormitusta. Pisteiden saaminen perustuu laskettuun veden säästöön, jossa suunnittelutapausta verrataan perustapaukseen. Tässä luokassa voi saavuttaa kahdesta neljään pistettä riippuen prosentuaalisesta veden säästöstä. (3, s. 203.) Pisteiden jakautuminen veden säästön mukaan on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Saavutettavat pisteet veden kulutuksen mukaan (3, s. 203).

Prosentuaalinen veden kulutuksen vähennys	Pisteet
30 %	2
35 %	3
40 %	4

Veden kulutuksen väheneminen lasketaan samalla periaatteella kuin luvussa 4.2 on esitetty. Tähän luokkaan kuuluu samat vesikalusteet kuin perusedellytyksen laskentaan, eli vessat, urinaalit, pesualtaat, suihkut, keittiön hanat sekä esihuuhteluventtiilit. Laskelmiin ei kuulu kaupallisten rakennusten käyttämät höyrykeittimet, astianpesukoneet, jääpalakoneet, pyykinpesukoneet, normaalikokoiset asuinhuoneistojen pyykinpesukoneet tai tiskikoneet.

Innovaatiopisteitä voi saada erinomaisesta suorituksesta, jos prosentuaalinen veden kulutuksen väheneminen on vähintään 45 %. Näihin laskelmiin voi ottaa mukaan myös muita peruslaskelmista ulkopuolelle jätettyjä kalusteita. (3, s. 168, 205.)

Liitteessä 4 on esitetty sadeveden tai kierrätetyn harmaanveden merkitys vessojen ja urinaalien huuhtelussa. Jos huuhteluvedestä 50 % pystyttäisiin korvaamaan sadevedellä tai kierrätetyllä harmaavedellä, saataisiin vedensäästöksi esimerkkitapaukselle yli 40 % ja tässä luokassa saavutettaisiin täydet neljä pistettä. Leikkaamalla Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 virtaamavaatimuksista 30 %, vedensäästöksi saataisiin hieman yli 30 %, jolloin saavutettaisiin kaksi pistettä. Liitteen 4 laskelmat perustuvat luvuissa 4.2.3 ja 4.2.4 esitettyihin kaavoihin ja laskelmiin.

5 Building Research Establishment's Environmental Assessment Method

5.1 BREEAM-sertifiointijärjestelmän tausta

DSIR (Department of Scientific and Industrial Research) ehdotti vuonna 1917 sellaisen organisaation perustamista, joka tutkisi eri rakennusmateriaaleja ja sopivia rakentamisen keinoja Ensimmäisen maailmansodan jälkeisille rakennusmarkkinoille. BRE (Building Research Establishment) Group (BRE ja BRE Global) sai alkunsa kuitenkin vasta vuonna 1921, jolloin Britannian hallituksen rahoittamana perustettiin tutkimuslaboratorio BRS (Building Research Station) tutkimaan mm. teräsbetonilattioita, jonka pohjalta perustettiin ensimmäinen betonimateriaalien standardi Isossa-Britanniassa.

Rakennustutkimuksen lisäksi perustettiin myös vuonna 1927 DSIR:n alaisuuteen FPRL (Forest Products Research Laboratory), jonka toimialaan kuului puun käytön, voiman, testauksen, reikiintymisen ehkäisyn ja hyönteisten hyökkäysten tutkiminen. Vuonna 1935 DSIR ja FOC (Fire Office's Committee) perustivat tulentestauslaitoksen, josta myöhemmin vuonna 1936 muodostui FPRB (Fire Prevention Research Board). FPRB nimettiin myöhemmin FRS:ksi (Fire Research Station). Laitos teki mm. mittavia tutkimuksia eri rakenteiden palonkestävyydestä. FPRL ja FRS yhdistettiin vuonna 1972 BRS:n alaisuuteen, jolloin sen nimeksi muutettiin Building Research Establishment.

BRE yksityistettiin vuonna 1997, jolloin se lakkasi käyttämästä koko nimeään Building Research Establishment. Säilyttääkseen luoneen auktoriteettinsa ja itsenäisyytensä, BRE perusti uuden elimen FBE:n (Foundation for the Built Environment). FBE:n jäsenet koostuivat tasaisesti eri BRE:n yhteistyökumppaneista, jotta BRE ei kokisi kaupallista painetta mistään suunnasta. Vuonna 2005 FBE nimettiin BRE Trustiksi, jotta välttyttiin sekaannuksilta samankaltaisesti nimetyn Prince's Foundation for the Built Environmentin kanssa sekä siksi, että uusi nimi kuvaisi paremmin luottamusta BRE:n ja FBE:n välillä.

Koska BRE ei ollut enää Iso-Britannian hallituksen alaisuudessa, se pystyi nyt hyväksymään ja sertifiomaan testaamiaan tuotteita. Myös varsinainen BREEAM-sertifiointi syntyi vuonna 1999. Vuotta myöhemmin BRE otti hallintaansa FOC:n, joka yhdistymishetkellä kantoi nimeä LPCB (Loss Prevention Certification Board), ja samalla se yhdisti

1970-luvulla katkenneen yhteistyön. Vuonna 2006 BRE nimettiin BRE Globaliksi, jolloin myös BREEAM tuotiin tämän uuden brändin alaisuuteen. Samoihin aikoihin perustettiin myös uusi operointiryhmä toimimaan BRE:n, BRE Globalin ja BRE Trustin välillä, joka samalla muodosti nykypäivän BRE Groupin. Kuvassa 13 on esitetty BRE Groupin kehitys sen syntyajoilta nykypäivään. (19)



Kuva 13. BRE Groupin kehitys 1921-2012 (19).

BREEAM-sertifiointijärjestelmää hallinnoi BRE:n "sustainability board". Lautakunta valvoo BREEAMin oppaita, julkaisuja, standardeja ja sertifiointijärjestelmää päähuomionkohteenaan ympäristö ja sen kestävyys. Lautakunta vastaa myös siitä, että BREEAM:n toiminta vastaa osakkeenomistajien tarpeet. Osakkeenomistajat muodostuvat rakennusalan ammattilaisista kuten suunnittelijoista, rakennuttajista, kuluttajista, rahoittajista, vakuutusyhtiöistä sekä valvojista. Lautakunnan toimintaa valvoo järjestelmän itsenäinen johtokunta. BREEAM-sertifiointijärjestelmä noudattaa ISO 14001- ja ISO 9001 -standardien lisäksi muun muassa ympäristöprofiileja. ISO 14001 sisältää ympäristöjärjestelmien vaatimukset ja opastuksen, ja ISO 9001 sisältää laadunhallintajärjestelmien vaatimukset. (20, s. 9–11.)



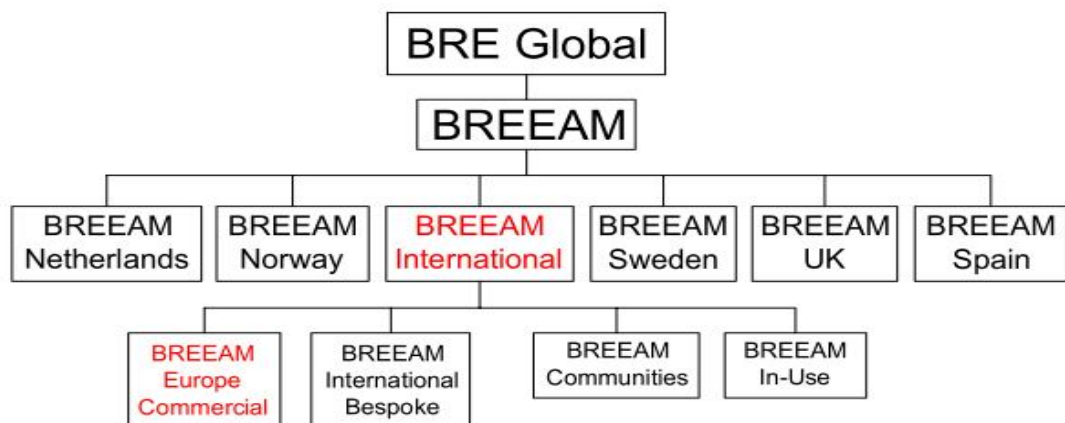
Kuva 14. BRE:n logo (19).



Kuva 15. BREEAM-sertifiointijärjestelmän logo (21).

5.2 BREEAM-sertifiointijärjestelmän versiot

BREEAM-sertifiointia voi hakea missä päin maailmaa tahansa, ja BREEAM on tehnyt sertifiointijärjestelmästäan eri versioita: BREEAM UK, BREEAM Netherlands, BREEAM Norway, BREEAM Sweden, BREEAM Spain ja BREEAM International. BREEAM International:in kuuluu puolestaan omia alaversioita: BREEAM Europe Commercial, BREEAM International Bespoke, BREEAM Communities ja BREEAM In-Use. BREEAM-sertifiointijärjestelmän versioiden hierarkia on esitetty kuvassa 16. (21)



Kuva 16. BREEAM-sertifiointijärjestelmän versioiden hierarkia. Punaisella on merkitty Suomessa sovellettava versio. (21)

BREEAMin tarkoituksiin Eurooppa on määritelty seuraavanlaiseksi:

- kaikki Euroopan unionin jäsenmaat
- EFTA:n jäsenmaat eli Islanti, Norja ja Sveitsi
- EU:n jäsenyyttä hakevat valtiot
- Albania, Valko-Venäjä, Bosnia & Herzegovina, Moldova, Montenegro, Serbia ja Ukraina.

Mikäli edellä mainituille valtioille on määritelty oma BREEAM-sertifiointijärjestelmän versio, tulee kyseisessä maassa käyttää sille räätälöityä versiota. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi Britanniassa ja Norjassa on noudatettava niille erikseen tehtyjä versioita. Irlannissa on käytettävä BREEAM Europe Commercial -versiota, siellä ei saa noudattaa versiota UK. Tässä opinnäytetyössä käsitellään BREEAM Europe Commercial -versiota, johon Suomi Euroopan unionin jäsenvaltiona kuuluu. (20, s. 18; 21.)

6 BREEAM Europe Commercial

6.1 Sertifioitavat projektityypit

BREEAM-sertifiointia voi hakea ainoastaan seuraavanlaatuiset projektit:

- Uudisrakennukset
- Suuret olemassa olevien rakennusten kunnostukset
 - Kunnostuksen on oltava varaus, laajennus, rakennuksen palveluiden (valaistus, lämmitys, ilmanvaihto ja jäähdytys) ja kalustuksen (ikkunat ja ovet) muutos tai lämpö-rakenteiden (seinät, katot ja lattiat) kunnostamisprojekti.
- Olemassa olevaan rakennukseen rakennettava uusi lisäosa
 - Joissain tapauksissa on sopivaa lisätä olemassa olevaan rakennukseen sellaiset palvelut tai tilat, jotka ovat kokonaisuuteen kuuluvia tai joita lisäosan käyttäjät käyttäisivät.
- Samanaikaisesti rakennettava uusi lisärakenne ja olemassa olevan rakennuksen kunnostus
- Uusi rakentaminen tai kunnostus joka on osa suurempaa sekarakentamista
- Rakennuksen varustelu eli Fit Out -projektit.

Fit Out -luokka rajaa rakennuksen omistajan ja vuokralaisen velvollisuuksia sertifiointiin saavuttamiseksi, koska muualla Euroopassa vuokralaiset vastaavat tai voivat vaikuttaa suuresti siihen, millainen rakennuksen sisätilojen lopputuloksesta tulee, ja mikä sen varustelutaso ja energiatyöstävällisyys on. Suomessa kuitenkin rakennuksen omistaja pääasiassa sanelee rakennuksen energialuokat. Erityisesti ympäristösertifiointia haettaessa vuokralaiset yleensä sidotaan automaattisesti noudattamaan sertifiointijärjestelmän vaatimuksia, vaikka heillä olisikin yrittäjäkohtaisia vaatimuksia tilan ulkonäölle ja varustustason tietyille osille, kuten tarvittaville laitteille tai koneille. (20, s. 20.)

6.1.1 Shell and Core -rakennukset

Kun BREEAM-sertifiointia käytetään rakennuksen varustelun arviointiin, tämä tarkoittaa sitä, että arvio tehdään joko uuden rakennuksen ensimmäiselle varustelutasolle tai olemassa olevan rakennuksen uudelleenvarustelulle. Sertifiointi voidaan myöntää tilapäisesti suunnitelmien pohjalta, jotka vahvistetaan rakennuksen valmistumisen jälkeen, tai sertifiointi voidaan myöntää kokonaisuudessaan vasta rakennuksen varustelun lopputuloksen perusteella. Fit Out -luokassa sertifiointia voi hakea niin sanotut Shell and Core -tyyppiset rakennukset, joiden lopullisesta käyttötarkoituksesta ei voida olla varmoja. Tällaisia rakennuksia voivat olla esimerkiksi kauppakeskukset, joiden liiketilojen vuokralaiset eivät ole selvillä sertifiointia haettaessa. BREEAM määrittelee Shell and Core -tyyppisen rakennuksen siten, että rakennus käsittää sen rakenteet ja yleisten alueiden varustelun ja sisustuksen. (20, s. 21.)

Shell and Core:n spekulatiivisen luonteen vuoksi se ei täysin suoraan sovellu Fit Out -luokan perusarviointikriteereihin, sillä tulevalla vuokralaisella tai omistajalla on suuri vaikutus rakennuksen lopulliseen ulkoasuun ja varusteluun. Arvioinnista haluttiin tehdä yksinkertaisempi ja joustavampi, joten BREEAM kehitti Shell and Core -tyyppisille rakennuksille neljä toimintavaihtoehtoa:

Vaihtoehto 1 Omistajan ja vuokralaisen välinen vuokrasopimus

BREEAM-sertifioinnin yksi lähtökohta on rohkaista omistajan ja vuokralaisen molemminpuoliseen yhteistyöhön, jotta lopullinen rakennuksen varustelu vastaisi mahdollisimman paljon korkeimpia ympäristövaatimuksia. Tämän vuoksi BREEAM palkitsee ne projektit, jotka päättävät tehdä viralliset, laillisesti sitovat Green Lease Agreement -sopimukset rakennuksen omistajan ja vuokralaisten välille. Sopimusta voi käyttää myöhemmin todisteena vaatimusten noudattamisesta sertifioinnin eri vaiheissa. BREEAM arvioi ainoastaan ensimmäisen vuokralaisen varustelutason ja sen, noudattiko vuokralainen sopimusta. Sopimus olisi kuitenkin järkevää tehdä pitkänäköisesti ja sen piiriin tulisi sisällyttää myös tulevat vuokralaiset. Kun vuokrasopimus toimitetaan BREEAM-sertifioinnin arvioijalle, projekti saavuttaa täydet pisteet kaikissa niissä Fit Out -tyyppisissä luokissa, jotka sopimus kattaa. (20, s. 22.)

Vaihtoehto 2 Green Building Guide -oppaan tekeminen tuleville vuokralaisille

Mikäli rakennuksen tilaaja ei tahdo tehdä osapuolia sitovaa vuokrasopimusta, vuokralaisille voidaan tehdä Green Building Guide, joka on muodollinen mutta ei sitova dokumentti. Ohje täytyy toimittaa kaikille, myös tuleville, vuokralaisille. Ohje sisältää selvityksen siitä, kuinka vuokralaisen sisustuksen on vastattava BREEAM-sertifioinnin kriteereitä, jotta projekti voi ylläpitää sen saavuttamia pisteitä. Ohje myös rohkaisee vuokralaisia vaikuttamaan rakennuksen ympäristöystävällisyyteen. Green Building Guide ei kuitenkaan riitä todisteeksi siitä, että vuokralaiset todella joutuisivat noudattamaan siinä esitettyjä ohjeita, joten pisteitä ansaitaan puolet kaikissa Fit Out -tyyppisissä luokissa. (20, s. 22.)

Vaihtoehto 3 Tilaajan ja vuokralaisen yhteistyö

Rakennuksen suoritus ja sopivuus BREEAM-sertifiointiin voidaan arvioida käyttäen suunnitelmia tai lopputuloksesta erikseen tehtyjä dokumentteja. Dokumentointia varten tarvitaan myös vuokralaisen varustelusuunnitelmat ja lopputuloksen erittely. Projekti voi saavuttaa täydet pisteet Fit out -tyyppisissä luokissa, kun se on osoittanut yhteensopivuutensa BREEAM-sertifioinnin vaatimusten kanssa. (20, s. 23.)

Vaihtoehto 4 Vuokralaisen varustelusta ei toimiteta tietoja

Mikäli Shell and Core -tyyppisen projektin tilaaja ei pysty vahvistamaan vaatimusten noudattamista tai päättää olla tekemättä Green Lease Agreement -sopimusta tai Green Building Guide -opasta, jotka osoittaisivat BREEAM-sertifioinnin vaatimukset täytetyiksi, kaikki Fit Out-luokan piiriin kuuluvat pisteet tulee pidättää kokonaan. Tällöin rakennus ei siis ansaitse lainkaan pisteitä Fit Out -tyyppisissä luokissa. Tämän vaihtoehdon noudattaminen ei kuitenkaan estä sertifiointia, vaikka se vaikuttaa olennaisesti sertifiointitasoon. (20, s. 23.)

Täydet pisteet Fit Out-luokkaan kuuluvista pisteistä voi saavuttaa, jos vähintään 75 % vuokrattavasta nettolattiapinta-alasta on toteutettu vaihtoehdon 1 mukaisesti. Jos osa vuokralaisista on tehnyt Green Lease Agreement -sopimuksen, mutta heidän osuutensa ei kata 75 %:a, voidaan pisteet laskea painotetusti, mikäli lopuille vuokralaisille on toi-

mitettu vaihtoehtoon 2 mukainen Green Building Guide. Esimerkiksi jos 60 % vuokralaisista on allekirjoittanut Green Lease Agreement -sopimuksen ja lopuille 40 %:lle on toimitettu Green Building Guide ja sopimuksen allekirjoittamalla koko rakennus saisi yhden pisteen ja oppaan tekemällä puolikkaan pisteen, on painotettu pistemäärä: $0,6 \cdot 1 + 0,4 \cdot 0,5 = 0,8$ pistettä. (20, s. 23–24.)

Fit Out -tyyppisiä arviointiluokkia on yhteensä 31 kaikkiaan kahdeksassa BREEAM-sertifioinnin luokassa. Arviointiluokat omine kategorioineen on esitetty kuvassa 17.

Management	•Man 1, Man 2
Health & Wellbeing	•Hea 1-6 ja Hea 9-14
Energy	•Ene 1, Ene 2, Ene 3, Ene 4
Transport	•Tra 8
Water	•Wat 1, Wat 2, Wat 4, Wat 5
Materials	•Mat 6
Waste	•Wst 4
Pollution	•Pol 1, Pol 2, Pol 3, Pol 4, Pol 7 ja Pol 8

Kuva 17. Fit Out -tyyppiset BREEAMin arviointiluokat (20, s. 26).

6.1.2 Usean rakennuksen sertifiointi

Jos tontilla on useampi samanlainen tai osakeyhtiötyyppinen rakennus, nämä rakennukset voivat hakea BREEAM-sertifiointia yhdessä. Tällöin projektin on huomioitava seuraavat kriteerit:

1. Rakennusten on oltava samalla tontilla.
2. Rakennusten on oltava samaa rakennustyyppiä, esim. toimistotaloja ja niiden suunnittelussa on käytettävä samoja lähtökohtia ja menetelmiä, eli kaikki rakennukset arvioidaan käyttäen samoja BREEAM-kriteereitä.
3. Jokainen BREEAM-sertifioinnin kriteeri tulee arvioida huonoiten suoriutuneen rakennuksen mukaisesti.
4. Arvioijan raportti käsittää yhden BREEAM-sertifiointitodistuksen, joka sisältää kaikki tontilla sijaitsevat rakennukset.

Sertifioinnista on mahdollista pyytää kopiot, jossa näkyy jokainen rakennus erikseen. Sertifioinnin kopio ei ole maksullinen, mikäli sitä pyytää BREEAM-arvioija alkuperäisen hakemuksen mukana. Vaihtoehtoisesti sertifiointi voidaan myös myöntää jokaiselle rakennukselle erikseen erillistä korvausta vastaan. Jos jokin tontin rakennuksista on menestynyt merkittävästi paremmin kuin huonoiten menestynyt ja tilaaja tahtoo tämän otettavan huomioon, paremmin menestyneen rakennuksen on haettava omaa sertifiointia. (20, s. 20–28.)

6.2 Sertifioitavat rakennustyyppit

BREEAM Europe Commercial -luokan alla rakennukset on lajiteltu omiin ryhmiinsä niiden erityispiirteiden mukaan. Rakennustyyppejä ovat toimistot (offices), teolliset rakennukset (industrial) ja vähittäiskaupat (retail).

Toimistona arviointia hakevaan rakennukseen saa kuulua avotoimistotilat, kokoushuoneet sekä koulutus ja esitystilat. Muita toimistorakennuksiin liittyviä tiloja ovat aula- ja odotustilat, henkilökunnan taukotilat tai työpaikkaruokala, pukuhuoneet ja WC-tilat, varastointi ja jätteenkäsittelyalueet, serveritilat, henkilöstön kuntosali tai laisten päivähoitotilat sekä erilaiset aputilat. Rakennuksessa voi myös olla edellä mainittuihin kuu-

lumattomia pieniä tiloja, mutta niiden kelpoisuudesta päättää BREEAM-arvioija. Tarvittaessa tilan kelpoisuudesta päättää BRE Global. Itse toimistotilojen pinta-alan täytyy kuitenkin kattaa vähintään 50 % rakennuksen kokonaispinta-alasta.

BREEAM Europe Industrial -luokassa sertifiointia voivat hakea varastot, jakelukeskukset ja pakastevarastot, kevyet teollisuus tai tehdasyksiköt, joissa valmistetaan, kootaan tai pakataan tuotteita tai työpajat, joissa töitä ei ole koneellistettu.

Kuvassa 18 on esitetty teollisten rakennusten sallitut rakennuksessa olevat tilat. Tilat eivät ole yksiselitteisiä, mutta se auttavat hahmottamaan millaisia tiloja teollisuusrakennuksiin BREEAM-sertifiointijärjestelmässä hyväksytään. Jos rakennus sisältää pieniä listaan kuulumattomia tiloja, BREEAM-arvioija päättää, voidaanko ne hyväksyttää sertifiointiin sellaisenaan vai tarvitaanko BRE Globalilta erillinen hyväksyntä tilojen käytölle. Tämän luokan rakennuksissa ei saa olla jälleenmyyntipistettä, muutoin sertifiointi on haettava luokassa BREEAM Europe Retail. Operatiivisten alueiden on katettava vähintään 50 % rakennuksen kokonaispinta-alasta. (20, s. 29–32.)

Operatiiviset tilat	Toimistotilat	Muut tilat
<ul style="list-style-type: none"> •Varastotilat •Tehdastilat •Työpajat ja kylmätilat •Jakelutilat •Jätteenkäsittely alueet 	<ul style="list-style-type: none"> •Avotoimistotilat •Kokoustilat •Koulutus- ja esitystilat 	<ul style="list-style-type: none"> •Vastaanotto- ja aulatilat •Henkilökunnan taukotilat tai henkilökuntaruokala •Pukuhuone- ja saniteettitilat •serveritilat •henkilökunnan kuntosali •Henkilökunnan lapsille tarkoitetut päivähoitotilat •Aputilat

Kuva 18. BREEAM Europe Industrial -luokan tilat (20, s. 30–31).

BREEAM Europe Retail -sertifiointia voidaan käyttää, kun rakennus on erikois- tai päivittäistavarakauppa, siellä valmistetaan tai myydään ruokaa tai siellä tarjotaan jotain palvelua. Retail -tyyppisiä liikkeitä ovat esimerkiksi supermarketit, ravintolat, kahvilat, leipomot, pankit, postitoimistot, pesulapalvelut ja matkatoimistot. Käytännössä kauppakeskukset hakevat sertifiointia BREEAM Europe Retail -luokassa. Kuvassa 19 on esitetty BREEAM Europe Retail -sertifiointiluokalle määritellyt tilatyypit. Myyntiä ja operatiivista toimintaa tukevien tilojen pinta-alan on katettava vähintään 50 % rakennuksen kokonaispinta-alasta. Jos rakennus sisältää pieniä listaan kuulumattomia tiloja, BREEAM-arvioija päättää, voidaanko ne hyväksyttää sertifiointiin sellaisenaan vai tarvitaanko tilojen käytölle hyväksyntä BRE Globalilta. (20, s. 32–33.)

Myyntitilat	Operatiivista toimintaa tukevat tilat	Toimistotilat	Muut tilat
<ul style="list-style-type: none"> •Myyntitavaroiden tilat •Kassa ja asiakaspalvelu tilat •Asiakkaiden ruokailu ja istumatilat •Huoltoasemat ja autonpesutilat 	<ul style="list-style-type: none"> •Tuotevarastot •Työskentelytilat •Kylmävarastot •Ravintoloiden tms. ruoanvalmistus- ja tarjoilutilat •Kaupalliset pyykinpesutilat •Jakelutilat •Jätteen käsittelytilat 	<ul style="list-style-type: none"> •Avotoimistot •Kokoustilat •Esittely ja koulutustilat 	<ul style="list-style-type: none"> •Elokuvateatteri •Terveys ja kuntoilutilat •Henkilökunnan taukotilat ja ruokala •Puku- ja pesuhuonetilat •Vastaanotto -ja odotustilat •serverihuone •Henkilökunnan lasten päivähoitotilat •Aputilat

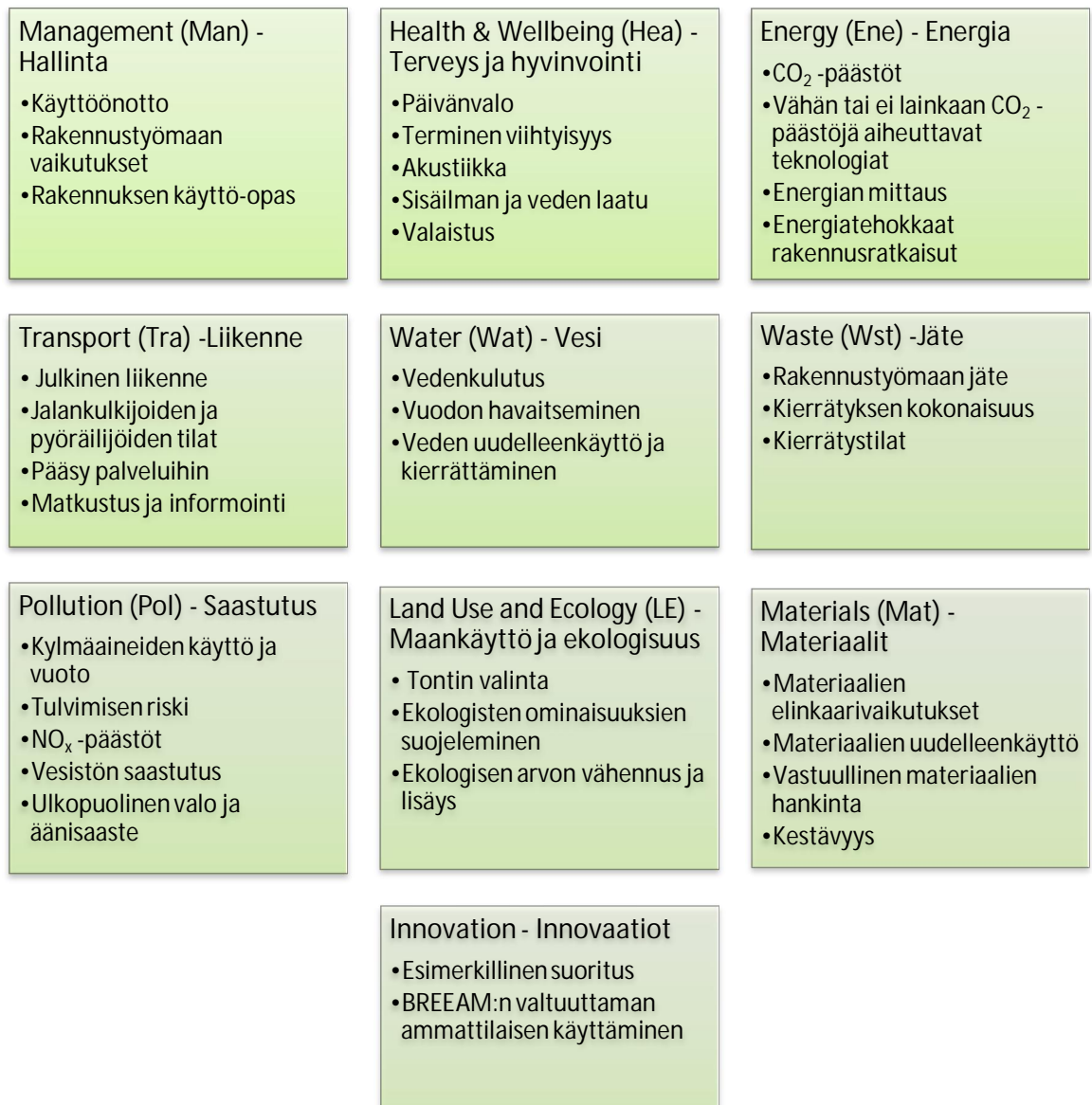
Kuva 29. BREEAM Europe Retail -luokan tilatyypit (20, s. 33).

6.3 Pistejärjestelmä

6.3.1 BREEAM-sertifioinnin osa-alueet

BREEAM-sertifiointijärjestelmässä on kymmenen arvioitavaa kategoriaa, ja jokaisen kategorian tarkoituksena on vähentää uuden tai kunnostetun rakennuksen ympäristö-

vaikutuksia. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi BREEAM on kehittänyt suoritustavoitteet ja arviointikriteerit, jotka projektin on täytettävä sertifiointin saavuttamiseksi. BREEAM-sertifiointin pistekategoriat ja niiden pääaiheet on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. BREEAM-sertifiointin kategoriat ja pääsisällöt (20, s. 14).

6.3.2 Luokitukset ja arvostelu

BREEAM-sertifioinnin lopulliseen pistemäärään ja arvoluokkaan vaikuttaa määritellyt arvostelukriteerit, ympäristöpainotukset, minimivaatimukset sekä innovaatiopisteet. BREEAM Europe Commercial -luokassa voi saavuttaa sertifioinnin viidellä eri tasolla. Tasot on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. BREEAM 2009 -luokitukset (20, s. 37).

BREEAM-luokitus	Tulos %
Unclassified	< 30
Pass	≥ 30
Good	≥ 45
Very Good	≥ 55
Excellent	≥ 70
Outstanding	≥ 85

BREEAM Outstanding -tasolle on pelkän 85 % saavutuksen ja minimivaatimusten noudattamisen lisäksi muitakin vaatimuksia. BREEAM kehitti Outstanding-tason sitä varten, että rakennukset, jotka yltyvät tälle tasolle, toimitivat esimerkkeinä rakennusallalla. BRE Global vaatii jokaiselta projektilta, joka tahtoo saavuttaa sertifioinnin tasolla Outstanding, rakennuksen ja projektin tiedot luodakseen niiden pohjalta malliesimerkin. BRE Global vaatii myös luvan näiden tietojen julkaisemiseen heidän verkkosivuillaan tai muissa julkaisuissa. Mikäli projektin tietoja ei toimiteta tai ne kieltäydytään antamasta, rakennus sertifioidaan tasolla BREEAM Excellent. (20, s. 42.)

BREEAM 2009 -sertifiointijärjestelmässä minimipisteet ja minimivaatimukset vaihtelevat halutun BREEAM-luokituksen ja eri pistekategorioiden mukaan (ks. kuva 20). Shell and Core -tyyppisten rakennusten minimipistemäärät voidaan osoittaa saavutetuiksi esimerkiksi tekemällä Green Lease Agreement, Green Building Guide tai muilla saavutusta osoittavilla dokumenteilla, mikäli vuokralainen pystyy vaikuttamaan minimivaatimusten toteutumiseen. BREEAM-sertifiointijärjestelmän minimipisteet pistekategorioiden on esitetty taulukossa 10. Taulukosta nähdään, että esimerkiksi sertifiointitasolla PASS ei tarvitse saavuttaa kuin yksi piste luokassa Hea 4, kun taas sertifiointitasolla OUTSTANDING on jokaisessa taulukossa kuvatussa BREEAM-kategoriassa saavutettava pisteitä yhteensä 24. (20, s. 38.)

Taulukko 10. BREEAM 2009 -sertifiointijärjestelmän minimipisteet kategorioiden ja luokitusten mukaan (20, s. 38).

BREEAM-kategoria	BREEAM-luokitus / Minimipisteet				
	PASS	GOOD	VERY GOOD	EXCELLENT	OUTSTANDING
Man 1 - Käyttöönotto	-	-	-	1	2
Man 3 - Rakennustyömaan vaikutukset	-	-	-	1	2
Man 4 - Rakennuksen käyttö-opas	-	1	1	1	1
Hea 4 - Suurtaajuus valaistus	1	1	1	1	1
Ene 1 - Energiatehokkuus	-	-	-	6	10
Ene 2 - Merkittävien energialähteiden mitta	-	-	1	1	1
Ene 5 - Vähän tai ei lainkaan CO ₂ -päästöjä aiheuttavat teknologiat	-	-	-	1	1
Wat 1 - Veden kulutus	-	-	1	1	2
Wat 2 - Veden mitta	-	-	-	1	1
Wst 3 - Kierrätettävän jätteen varastointi	-	-	-	1	1
LE 4 - Työmaan ekologisuuden vaikutukset	-	-	-	2	2
YHTEENSÄ	1	2	4	17	24

Innovatiivisuuspisteitä saavutetaan ympäristöä säästävillä suorituksilla, jotka ylittävät BREEAM-sertifiointijärjestelmän nykyisen vaatimustason. Innovaatiopisteillä on tarkoitus motivoida asiakkaita vahvistamaan rakennuksen suorituksen lisäksi myös markkinoilla olevien innovatiivisten teknologioiden ja käytäntöjen monipuolisuutta. Innovaatiopisteitä voi saavuttaa kymmenen eikä niillä ole minimivaatimuksia. Jokaista ansaittua pistettä kohden lisätään 1 % loppusaavutukseen. Innovaatiopisteitä voi saada millä tahansa BREEAM-sertifiointitasolla, eli loppuarvosana ei vaikuta innovaatiopisteiden määrään. (20, s. 39.) Innovaatiopisteitä saadaan saavuttamalla taulukossa 11 kuvatuissa luokissa erinomainen suoritustaso.

Taulukko 11. BREEAM-luokat, joissa erinomaisella suorituksella saavutetaan innovaatiopisteitä, vaatimukset löytyvät BREEAM Europe Commercial Assessor Manual -oppaasta (20, s. 39).

Man 3 - Rakennustyömaan vaikutukset
Hea 1 - Päivänvalo
Hea 9 - Haihtuvat orgaaniset yhdisteet
Hea 14 - Toimistotilat (vain BREEAM Retail & Industrial)
Ene 1 - Energiatehokkuus
Ene 5 - Vähän tai ei lainkaan CO ₂ -päästöjä aiheuttavat teknologiat
Tra 3 - Vaihtoehtoiset kulkuyhteydet
Wat 2 - Veden mittaus
Mat 1 - Materiaalien erittely
Mat 5 - Vastuullinen materiaalien hankinta
Wst 1 - Rakennustyömaan jätteen käsittely
Pol 4 - Lämmönlähteiden NO _x -päästöt

BREEAM 2009-sertifiointijärjestelmä noudattaa eri kategorioille eri painotuskertoimia. Painotuskertoimet perustuvat ympäristön kuormitukseen ja ekologisuuteen. Painotuskertoimet eri BREEAM-kategorioille on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. BREEAM-sertifiointijärjestelmän kategorioiden painotuskertoimet (20, s. 37).

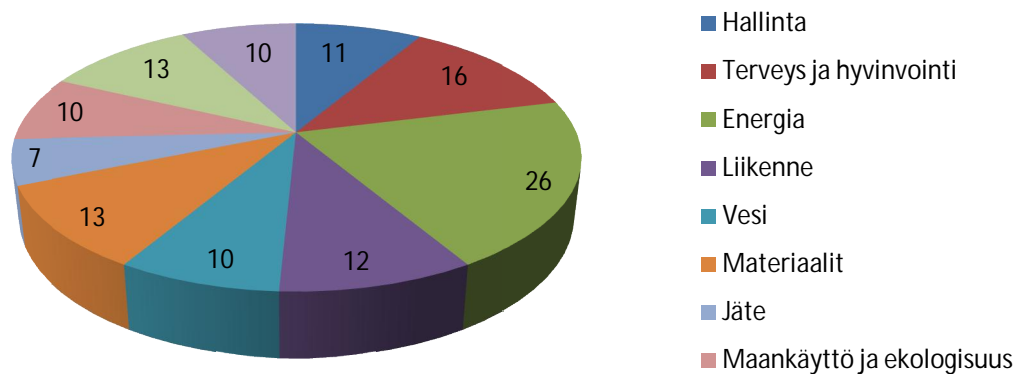
BREEAM-kategoria	Painotus %	
	Uudet rakennukset, laajennukset ja perusparannukset	Fit Out -tyyppiset rakennukset
Hallinta	12	13
Terveys ja hyvinvointi	15	17
Energia	19	21
Liikenne	8	9
Vesi	6	7
Materiaalit	12,5	14
Jäte	7,5	8
Maankäyttö ja ekologisuus	10	N/A
Saastutus	10	11
Innovaatiot	10	10

Kuten taulukosta nähdään, Fit Out -tyyppiset rakennukset eivät saa pisteitä luokassa maankäyttö ja ekologisuus, ja sen luokan painotuskertoimet on hajautettu jäljelle jää-

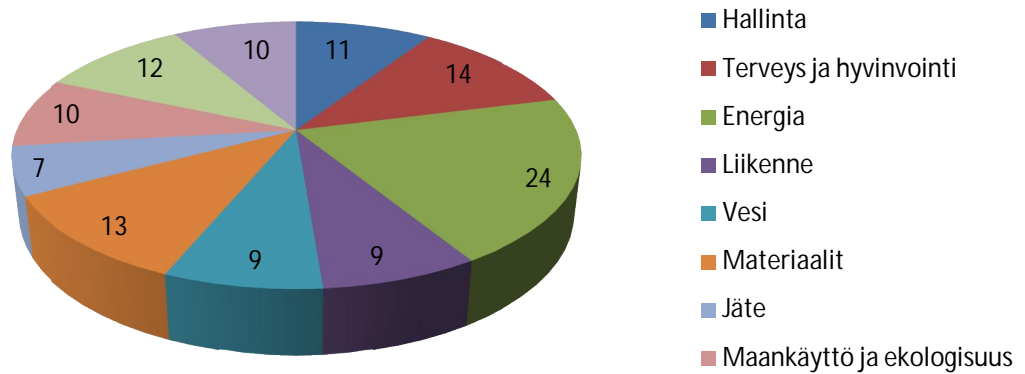
neiden luokkien kesken. Lopullinen BREEAM-arvosana lasketaan noudattaen seuraavia periaatteita:

1. Jokaisen BREEAM-sertifioinnin osa-alueen lopullisen pistemäärän määrittää BREEAM-arvioija perustuen sertifiointijärjestelmän kriteereihin.
2. Jokaiselle osa-alueelle lasketaan sen prosentuaalinen osuus. Esimerkiksi hallinta-luokassa voi saavuttaa maksimissaan kymmenen pistettä, jos projekti saavuttaa tässä luokassa seitsemän pistettä, on luokan prosentuaalinen osuus 70 %.
3. Jokaisen osa-alueen prosentuaalinen osuus kerrotaan sille määritetyllä painotuskertoimella, jolloin saadaan osa-alueen suoritus.
4. Osa-aluekohtaiset suoritukset summataan yhteen, jolloin saadaan lopullinen BREEAM-arvosana.
5. Jokaista ansaittua innovaatiopistettä kohden lisätään lopulliseen arvosanaan 1 % (maksimissaan 10 %). (20, s. 40.)

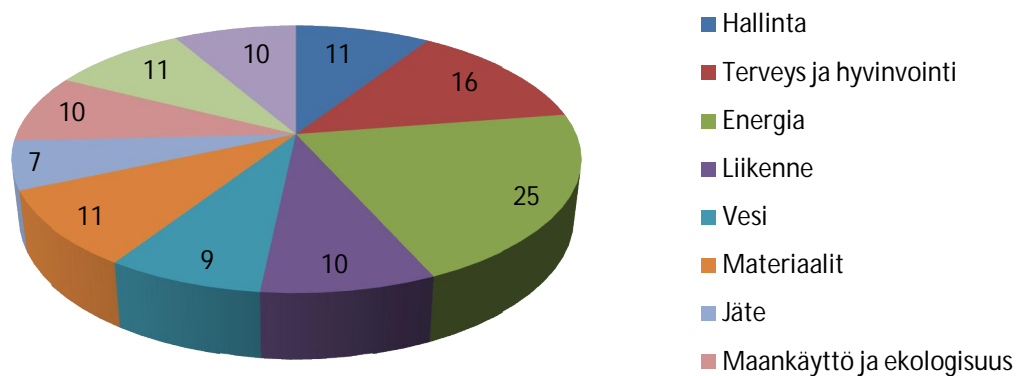
Liitteessä 5 on esitetty lopullisen BREEAM-arvosanan laskentaesimerkki. BREEAM Europe Commercial -version maksimipisteet versioille Retail, Office ja Industrial on esitetty kuvissa 21, 22 ja 23.



Kuva 21. BREEAM Europe Retail: maksimipisteet (20, s.43–337).



Kuva 22. BREEAM Europe Office: maksimipisteet (20, s.43–337).



Kuva 23. BREEAM Europe Industrial: maksimipisteet (20, s.43–337).

Kuvista nähdään, että eri hakuluokissa painotetaan eri asioita. Esimerkiksi BREEAM Europe Retail -luokassa voi saada 26 pistettä luokassa Energia, kun BREEAM Europe Office -luokassa voi saada samassa luokassa kaksi pistettä vähemmän. Luokkien välillä olevat kokonaispistemäärän erot eivät vaikuta loppuarvosanaan, koska loppuarvosana ilmaistaan saavutettujen pisteiden prosentuaalisena osuutena.

6.4 Water-Vesi

6.4.1 Wat 1 – veden kulutus

Veden kulutus -luokan tarkoituksena on vähentää talousveden käyttöä saniteettitilojen vesipisteille ja rohkaista käyttämään vähän vettä kuluttavia vesikalusteita. Tässä luokassa voi saavuttaa kaikkiaan kolme pistettä, riippumatta rakennuksen tyypistä. Minimivaatimuksena BREEAM linjaa tasoille Very Good ja Excellent yhden pisteen ja tasolle Outstanding kaksi pistettä. Tasoilla Pass ja Good ei tarvitse välttämättä saavuttaa pisteitä. Saavutettavissa olevat kolme pistettä jaetaan seuraavasti:

- Yksi piste, kun vedenkulutus on 4,5–5,5 m³ henkilöä kohti vuodessa.
- Kaksi pistettä, kun vedenkulutus on 1,5–4,4 m³ henkilöä kohti vuodessa.
- Kolme pistettä, kun vedenkulutus on < 1,5 m³ henkilöä kohti vuodessa.

Vedenkulutuksen määrittämisessä huomioidaan asennetun kalusteen virtaama, joten tulos voidaan laskea esimerkiksi vasta virtaaman kuristamisen jälkeen. Vedenkulutukset lasketaan vessoille, urinaaleille, käsienpesualtaille ja suihkuille. Laskelmista jätetään ulkopuolelle kaikki muut hanat, kuten siivouskomeroiden hanat. Mikäli rakennuksessa tai laajennusosassa ei ole tässä luokassa määriteltyjä saniteettikalusteita, arvioidaan lähimmät saniteettikalusteet, joita laajennuksen tai rakennuksen käyttäjien oletetaan käyttävän. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että laajennusosan työntekijät käyttävät todennäköisesti olemassa olevan osan saniteettitiloja, jolloin arviointi kohdistuu niihin.

Kaksoishuuhtelu-WC:lle on laskettava painotettu virtaama siten, että yhtä täyshuuhtelua kohti ajatellaan olevan kolme pienhuuhtelua. Kaksoishuuhtelu-WC:n painotettu huuhteluvesimäärä lasketaan kaavalla 13.

$$\text{Huuhteluvesimäärä (l)} = \frac{(T_h \cdot 1) + (T_p \cdot 3)}{T_{h+p}} \quad (13)$$

T_h on täyshuuhtelun vesimäärä (l)

T_p on pienhuuhtelun vesimäärä (l)

T_{h+p} on pienhuuhteluiden ja täyshuuhteluiden lukumäärä

Pesuallashanojen ja suihkujen huuhteluvesimääräksi oletetaan kaksi kolmasosaa valmistajan ilmoittamasta virtaamasta, jos hanassa on virtaamanrajoitin. Jos hanassa on takana niin sanottu ekonappi, jolla virtaamaa saadaan suurennettua asetusarvosta, tulee laskelmissa käyttää sitä virtaamaa, joka hanasta tulee juuri ennen napin käyttöä. On kuitenkin muistettava, että kaikkien laskelmien pohjana tulee ensisijaisesti käyttää valmistajan ilmoittamia virtaamia. BREEAM linjaa, että käsienpesuallasta käytetään yhtä käyttökertaa kohti 40 sekuntia ja suihkua 5 minuuttia. BREEAM vaatii valmistajan tiedot käytetyistä kalusteista. (20, s. 160–163.)

BREEAM-sertifiointijärjestelmässä kalusteen käyttökerrat on annettu oletusarvoisesti. Päivittäiset käyttökerrat henkilöä kohti on esitetty taulukossa 13. BREEAM-sertifioinnin laskelmissa ei ole erikseen huomioitu osa-aikaisia käyttäjiä muissa sertifiointiluokissa kuin BREEAM Europe Commercial Retail. Käyttökertojen laskelmissa ei myöskään huomioida käyttäjän sukupuolta. (22)

Taulukko 13. Kalusteiden käyttökerrat henkilöä kohti (22).

Kaluste	Päivittäiset käyttökerrat	
	Kokoaikaiset	Osa-aikaiset
WC	2.3	0.5
Urinaali	2	0.4
Pesuallas	2.5	0.5
Suihku	0.1	0

Jos rakennuksessa kierrätetään harmaavettä tai sadevettä vessojen tai urinaalien huuhteluun, on kierrätetyn ja kerätyn veden riittävyys varmistamiseksi määritettävä seuraavat tiedot:

- Rakennuksen sijainnin vuotuinen sadevesimäärä (mm).
- Sadeveden keräysalueen pinta-ala (m²).
- Sadeveden keräystyyppi, esimerkiksi harjakatto, tasakatto.
- Sadeveden suodattimen hyötysuhde.
- Sadeveden keräyssäiliön kapasiteetti.
- Prosentuaalinen osuus niistä pesualtaista ja suihkuista, joista vesi kierrätetään huuhtelutarkoituksiin.

- Prosentuaalinen osuus niistä WC-hanoista ja urinaaleista, jotka käyttävät huuhteluun kierrätettyä vettä.

Kun sadeveden tai kierrätetyn harmaaveden määrä on tiedossa, voidaan se vähentää lopullisesta vedenkulutuksesta. Laskelmissa käytettävät ihmismäärät määritetään siten, että jokaista 10 m^2 :ä kohden on yksi ihminen. Vaikka rakennuksessa olevien ja työskentelevien henkilöiden määrä olisi tiedossa, tulee tässä luokassa käyttää määriteltyjä pinta-alapainotteisia ihmismääriä. Tätä voidaan käyttää esimerkiksi silloin, jos tahdotaan määrittää koko rakennuksen vedenkulutus. BREEAM-sertifioinnin pisteiden saavuttamista varten tehtävissä laskelmissa koko rakennuksen vedenkulutusta ei kuitenkaan tarvitse laskea. (20, s. 160–163.)

Esimerkkilaskelma

Liitteessä 6 on esitetty vedenkulutuksen esimerkkilaskennat noudattamalla D1:n virtaamavaatimuksia ja se, miten saavutetaan yksi tai kaksi pistettä tässä luokassa. Esimerkkilaskelman rakennus voi olla esimerkiksi toimistorakennus. Laskelmat noudattavat seuraavia periaatteita:

- Työpäiviä on 252, tässä on huomioitu loma-ajat.
- Rakennuksessa on käytössä kaksi erityyppistä WC-istuinta.
 - WC¹ toimii kaksoishuuhtelulla.
 - WC² ei ole kaksoishuuhtelu WC.
 - WC¹ kattaa 60 % ja WC² kattaa 40 % rakennuksessa olevista vessoista.
- Käsienpesuallashanat ovat tavallisia sekoittajia, esimerkiksi Oras Vega.
- Suihkuhanat ovat tavallisia sekoittajia, esimerkiksi Oras Nova tai Optima.
- Urinaali on Oras Electra huuhtelulaite, jonka esi- ja jälkihuhteluajaksi on valittu 5s.
- Suunnittelutapauksen virtaamatiedot ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaisia normivirtaamia.

Suomen rakentamismääräyskokoelman D1 mukaisilla normivirtaamilla saatiin kokonaisvedenkulutukseksi henkilöä kohti $6,15 \text{ m}^3$ vuodessa, eikä sillä saavuteta pisteitä luokas-

sa Wat 1. Laskentaa varten on määritettävä WC¹:n painotettu huuhteluvesimäärä. Kaavaan 13 sijoittamalla saadaan painotetuksi huuhteluvesimääräksi

$$\text{Huuhteluvesimäärä (l)} = \frac{(6 \text{ l} \cdot 1) + (4 \text{ l} \cdot 3)}{4} = 4,5 \text{ litraa}.$$

WC²:n huuhteluvesimäärä on D1:n mukaisesti toimistorakennuksessa 6 litraa. Taulukosta 13 saadaan WC-pöntön päivittäiseksi käyttökerraksi henkilöä kohti 2,3 kertaa. Työpäiviä vuodessa on, loma-ajat huomioiden, yhteensä 252 päivää. WC-istuinten vedenkulutukseksi henkilöä kohti vuodessa saadaan

$$\text{WC}^1\text{:n vedenkulutus (m}^3\text{)} = \frac{4,5 \text{ l} \cdot 60 \% \cdot 2,3 \text{ krt/d/hlö} \cdot 252 \text{ pvä}}{1000 \text{ l/m}^3} = 1,56 \text{ m}^3/\text{hlö/a ja}$$

$$\text{WC}^2\text{:n vedenkulutus (m}^3\text{)} = \frac{4,5 \text{ l} \cdot 40 \% \cdot 2,3 \text{ krt/d/hlö} \cdot 252 \text{ pvä}}{1000 \text{ l/m}^3} = 1,39 \text{ m}^3/\text{hlö/a}.$$

Urinaalin vuotuiseksi vedenkulutukseksi henkilöä kohti saadaan samalla menetelmällä 0,5 m³, käsienpesualtaiden 1,68 m³ ja suihkujen 1,01 m³. Kalusteiden yhteiseksi vedenkulutukseksi saadaan siten henkilöä kohti 6,15 m³ vuodessa. D1:n vaatimuksilla ei siis saavuteta pisteitä luokassa Wat 1.

Esimerkkilaskelmassa, jolla saavutetaan tässä luokassa yksi piste, on noudatettu samoja laskentaperiaatteita kuin edellä kuvatussa esimerkissä. Esimerkissä käsienpesualtalta ja suihkuilta on kuristettu virtaama 80 %:iin, urinaaleilta 90 %:iin ja WC²:lta 96 %:iin. Liitteessä 6 on huomattava, että BREEAM-sertifioinnin mukaisesti käsienpesualtaiden ja suihkujen virtaamista huomioidaan jo lähtötilanteessa vain kaksi kolmasosaa. Prosentuaalisten vähennysten lähtöarvot ovat siis jo kaksi kolmasosaa D1:n vaatimuksista. Vedenkulutukseksi saatiin 5,5 m³ ja saavutettaisiin yksi piste.

Liitteen 6 esimerkissä vuotuiseksi vedenkulutukseksi henkilöä kohti saatiin 4,4 m³:ä kuristamalla virtaama 70 %:iin kaikilta muilta vesikalusteilta paitsi WC¹:ltä, jolta tarvitsi kuristaa virtaama kuitenkin 76 %:iin. Vaihtoehtoisesti veden vähennyksen voisi tehdä esimerkiksi keräämällä sadevettä tai kierrättämällä harmaavettä vessojen ja urinaalien huuhteluun. Kuristamalla virtaamaa saavutettaisiin tässä luokassa kaksi pistettä.

6.4.2 Wat 2 – veden mittaus

Veden mittaus -luokan tarkoitus on varmistaa, että veden kulutusta pystytään valvomaan ja hallitsemaan. Hallinnan kautta pyritään myös kannustamaan veden kulutuksen vähentämiseen. Pisteitä voi saavuttaa yhden riippumatta rakennuksen tyypistä. Suorituksen minimivaatimuksia on vain tasoilla Excellent ja Outstanding, joissa on saavutettava vähintään yksi piste. Käytännössä näillä tasoilla on toteutettava tämän luokan vaatimukset, jotka ovat seuraavat:

1. Jokaisessa rakennukseen tulevassa vedenlähteessä on oltava vesimittarit. Myös omista vedenlähteistä tulevassa vedessä on oltava vesimittari.
2. Vesimittareiden on oltava kaukoluettavia ja ne on kytkettävä rakennuksen hallintajärjestelmään, jotta myös vedenkulutusta voidaan valvoa.
3. BREEAM Europe Retail -versiossa sertifiointia hakevien rakennusten on asennettava erilliset kaukoluettavat vesimittarit seuraaville alueille:
 - a. Vuokralaisten tiloihin.
 - b. Yleisille alueille, esimerkiksi yleisön WC-tiloihin.
 - c. Palvelualueille kuten varastoihin, jakelutiloihin tai jätteenkäsittelytiloihin.
4. BREEAM Europe Industrial -versiossa sertifiointia hakevien rakennusten on asennettava jokaiselle erilliselle tuotantoyksikölle oma vesimittari.
 - a. Jokaiselle $\leq 200 \text{ m}^2$:n kokoiselle yksikölle on asennettava oma vesimittari. Mittarin ei kuitenkaan tarvitse olla kaukoluettava.
 - b. Rakennuksen päävesimittarin on oltava kaukoluettava.
5. Tontilla oleville lisärakennuksille kuten kauppakeskuksen kyljessä olevalle huoltoasemalle on oltava oma kaukoluettava vesimittari.

Jos rakennuksen kylkeen rakennettavassa lisäosassa ei tule olemaan vesipisteitä, vesimittareiden tulee olla siellä, missä lisäosassa työskentelevien ihmisten oletetaan vesikalusteita käyttävän. Sama pätee silloin, jos rakennuksessa ei olisi lainkaan vesipisteitä. Mikäli vuokralaisen tiloissa on vain muutama vähän vettä käyttävä WC-pönttö ja käsienspesuallas, eikä mitään muita liiketoimintaan liittyviä vesipisteitä, ei kyseiselle vuokratilalle tarvitse olla omaa vesimittaria.

Mikäli tässä luokassa tahdotaan saavuttaa jaettavissa oleva innovaatiopiste, tulisi vesimittareiden olla annostelevia ja talousvettä täytyisi pystyä rajoittamaan jokaiselta erilli-

seltä rakennusalueelta. Veden säästön tulisi olla vähintään 10 % rakennuksen normaalisti käyttämästä vesimäärästä. Jos rakennuksessa on vain muutamia vesipisteitä, ei vedenkulutuksen väheneminen ole tarpeeksi merkittävää ja innovaatiopisteitä ei tällöin jaeta. Jokaisen vesimittarin on myös oltava kaukoluettava ja liitettynä kiinteistön valvontakeskukseen. (20, s. 164–165.)

6.4.3 Wat 3 – vuodonilmaisimet

Luokassa Wat 3 voi saavuttaa yhden pisteen huolimatta rakennustyyppistä. Minimivaatimuksia ei ole millekään BREEAM-sertifiointitasolle. Tämän luokan tavoitteena on yksinkertaisesti vähentää sitä riskiä, että suuret vesivuodot jäisivät huomaamatta. Vuodonilmaisinjärjestelmän on katettava kaikki rakennuksen sisällä ja sen tontilla olevat vesiputkistot. BREEAM-sertifioinnissa vuodonilmaisinjärjestelmä määritellään seuraavanlaiseksi:

- Kun vuoto havaitaan, järjestelmän on pidettävä ääntä.
- Järjestelmän on aktivoiduttava, kun asetusarvoa suurempi virtaama läpäisee asetettua suuremmassa ajassa tietojenkeruuyksikön.
- Järjestelmän on oltava tarpeeksi joustava havaitsemaan niin suuret kuin pienetkin vuodot. BREEAM ei määrittele erikseen, mitä nämä rajat olisivat, mutta ne täytyy pystyä suhteuttamaan rakennuksen vedenkulutustietoihin.
- Vuodonilmaisinjärjestelmän on oltava ohjelmoitavissa omistajan tai asukkaiden vedenkulutustietoihin.
- Järjestelmän on pystyttävä tunnistamaan laitteiden normaalista toiminnasta johtuvat hälytykset oikeista hälytyksistä. Järjestelmä ei saa esimerkiksi hälyttää jäähdytyskoneen kondenssivedestä.

Laajennusprojekteissa on huomattava, että veden tullessa vanhasta osasta, on vanhan osan vesilaitteisto varustettava vastaamaan tämän luokan vaatimuksia. Esimerkiksi tämä tarkoittaa niitä tilanteita, joissa uuden puolen vesijohdot liitetään vanhan puolen vesijohtoverkostoon. Niissä tilanteissa, joissa tonttivesijohto kuuluu paikalliselle vesihuoltolaitokselle, voidaan tonttivesijohto jättää arvioinnin ulkopuolelle. Käytännössä Suomessa toimitaan näin, koska vesihuoltolaitokset omistavat ja vastaavat tonttivesijohdosta aina päävesimittarille saakka.

Mikäli rakennuksessa ei ole vesipisteitä, kohdistuu tämän luokan arviointi lähimmän rakennuksen vesijohtoverkostoon, joita alkuperäisen arvioinnin kohteena olevan rakennuksen käyttäjät käyttäisivät. Yleensä tämän luokan pisteet ansaitaan asentamalla mittareiden yhteyteen esimerkiksi apumittarit, jotka havaitsevat normaalia suuremmat virtaukset. BREEAM ei siis vaadi asentamaan kokonaista rinnakkaisjärjestelmää vesijohtoverkoston yhteyteen. BREEAM suosittelee hankkimaan luvan myös vesihuoltolaitokselta, jotta esimerkiksi tonttijohdon yhteyteen voitaisiin asentaa erillinen vuotoja ilmaiseva mittari. (20, s. 167–168.)

6.4.4 Wat 4 – vesitilojen keskitetyt sulut

Tässä luokassa voi saavuttaa yhden pisteen riippumatta rakennustyyppistä. Minimivaatimuksia ei ole millekään BREEAM-sertifiointitasolle. Luokan tarkoituksena on ehkäistä saniteettitiloissa tapahtuvia vesivuotoja ja vesivahinkoja. Esimerkiksi julkisissa tiloissa tapahtuvaa ilkivaltaa voidaan ehkäistä tehokkaasti, koska tahallisesti auki jätetyt hanat sulkeutuvat automaattisesti magneettiventtiiliin sulkeuduttua. Perimmäinen syy tälle luokalle on kuitenkin se, että halutaan ehkäistä esimerkiksi WC-pöntön tai käsienpesuhanan turhaa "tiputusta". Tämän luokan vaatimukset rajoittuvatkin siis yhteen ehtoon: rakennuksen jokaiseen saniteettitilan vesijohtoon on asennettava magneettiventtiili. Magneettiventtiilin säätö on yhdistettävä joko liikkeentunnistimiin tai sisäänkäynneille asetettuihin sensoreihin.

Mikäli rakennuksessa tai sen laajennusosassa ei ole vesipisteitä tai vesijohtoverkosto on kytketty vanhan osan vesijohtoverkostoon, tulee vanha osa tai se rakennus arvioida, jota arvioitavana olevan rakennuksen käyttäjät käyttäisivät. Magneettiventtiilit voidaan asentaa keskitetysti esimerkiksi vierekkäin sijaitseville saniteettialueille. Mikäli rakennuksessa ei ole kuin muutama vesipiste, voidaan vedentulo kytkeä esimerkiksi valokatkaisijaan. Magneettiventtiilien toiminnan tulisi kuitenkin olla ajastettua ja niiden tulisi sulkeutua silloin, kun käyttäjiä ei ole tiloissa sisällä. (20, s. 169–170.)

6.4.5 Wat 6 – kastelujärjestelmät

Kastelujärjestelmien luokassa voi saavuttaa yhden pisteen riippumatta rakennustyyppistä. Minimivaatimuksia ei ole millekään sertifiointitasolle. Luokan tarkoitus on vähentää talousvedenkulutusta pihamaiden ja istutusten kastelussa. Seuraavia vaihtoehtoja noudattamalla voi ansaita luokassa jaettavan pisteen:

1. Ulkoinen tai sisäinen kastelujärjestelmä noudattaa mitä tahansa seuraavista:
 - a. Tiputin (ks. kuva 8) syöttää vettä suoraan maaperään. Maaperässä on oltava kosteudentunnistimet. Kastelujärjestelmän tulee olla jaettuna alueisiin, jotta kastelu voidaan ohjata mahdollisimman tehokkaasti sinne missä sitä tarvitaan.
 - b. Kasteluun käytetään kerättyä sadevettä tai kierrätettyä harmaavettä.
 - c. Istutukset ja pihamaan kasvillisuus pärjäävät läpi vuoden normaalin sadeden varassa.
 - d. Kasvillisuus on rajoitettu paikallisia sääolosuhteita kestäviin kasveihin.
 - e. Ponnahdussprinklerijärjestelmät ja letkut hyväksytään silloin, kun kasvillisuus on täysin manuaalisen kastelun varassa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi talonmiehen on käytävä laittamassa kastelu päälle.
2. Tippusuutinjärjestelmän rinnalle asennetaan kosteusanturi, joka säätelee kastelua sademäärän mukaan.

Pisteitä ei voida saavuttaa tässä luokassa, mikäli projektissa ei ole piha-alueita. Tällaisissa tilanteissa BREEAM-arvioija jättää tämän luokan kokonaan arvioimatta ja siten pois kokonaispistemäärästä. (20, s. 171.)

6.4.6 Wat 7 – autonpesu

BREEAM-sertifiointijärjestelmän luokka Wat 7 koskee vain Retail-tyyppisiä rakennuksia, ja toteuttamalla tämän luokan vaatimuksen voi saavuttaa yhden pisteen. Minimivaatimuksia ei ole millään sertifiointitasolla. Luokan tarkoituksena on minimoida ajoneuvojen pesuun käytettävän talousveden määrä kierrättämällä ajoneuvopesuvettä. Vedenkierrätysjärjestelmän on oltava täysin automaattinen. Mikäli pisteitä päätetään hakea, tulee suunnittelutiimin varmistaa, ettei pesuveden kierrätys aiheuta Legionella riskiä. Ajoneuvojen pesupaikalla tarkoitetaan kaupallista, automaattista tai manuaalista järjestelmää, joka on tarkoitettu ajoneuvojen pesuun. (20, s. 173.)

6.4.7 Wat 8 – kestävä kiinteistökohtainen veden käsittely

Kestävän kiinteistökohtaisen vedenkäsittelyn pisteluokassa voi saavuttaa yhteensä kaksi pistettä. Luokan vaatimusten noudattaminen ei ole minimivaatimuksena millekään sertifiointijärjestelmän tasolle. Luokan tarkoituksena on rohkaista kiinteistönomistajia kierrättämään ja uudelleen käyttämään sade- ja harmaavettä. Suuret keskitetyt vedenkäsittelylaitokset saastuttavat paljon, joten kiinteistökohtaisten pienten käsittelyjärjestelmien toivotaan lyhentävän käsittelyaikoja ja vähentävän veden kuljettamista. Luokan kaksi jaossa olevaa pistettä voi ansaita myös erikseen. Ensimmäisen pisteen ansaitakseen projektin on toteutettava seuraavat vaatimukset:

- Asiantuntija tekee soveltuvuustutkimuksen, jonka pohjalta sopivin ja kestävin paikan päällä toteutettava jäteveden kierrätyslaitos voidaan toteuttaa. Tutkimuksen on sisällettävä vähintään:
 - Maaperän tyyppi
 - Maaperän suuntautuminen (kaadot)
 - Virtalähteen tyyppi
 - Hajuhaittojen vaikutus
 - Suodatusaste
 - Virtojen heilahteluiden kestävyys esimerkiksi loma-aikoina tai käyttöajan huippuhetkinä
 - Asennuskustannukset
 - Ylläpidon vaatimukset

- Järjestelmän viemän tilan määrä
- Jäteveden ja päästöjen laatu
- Visuaaliset vaikutukset.
- Yllä kuvatun tutkimuksen on pohjattava käsittelylaitoksen rakentamista.
- Soveltuvuustutkimus on viety käsitteelliselle suunnittelutasolle tai vastaavalle hankintatasolle.

Toisen pisteen saavuttaakseen projektin on ensinnäkin täytynyt saavuttaa tässä luokassa jaettava ensimmäinen piste. Sen lisäksi, projektin käsittelylaitos on suunniteltu yhteistyössä soveltuvuustutkimuksen kanssa ja sen suunnittelussa on noudatettu EN 12566:2000 -standardia "Pienet jäteveden käsittelyjärjestelmät, asukasvastineluku enintään 50". Suunnitellun laitoksen on pystyttävä käsittelemään vähintään 30 % syntyvästä jätevedestä Suomen rakentamismääräysten mukaisesti. Käsitelty jätevesi on myös imeytettävä kiinteistön alueella tai se on johdettava esimerkiksi kiinteistön vessojen tai urinaalien huuhteluvedeksi. Järjestelmän suunnittelijan tai asentajan on toimitettava lisäksi täydelliset ylläpito- ja toimintatiedot kiinteistön asukkaille yksityiskohtaisten jäteveden huolto-ohjeiden kanssa. (20, s. 177–178.)

7 Yhteenveto

Insinööriyössä esiteltiin yleisesti LEEDTM- ja BREEAM-sertifiointijärjestelmien taustoja ja toimintamalleja, eli sitä minkä vuoksi nämä ympäristösertifiointijärjestelmät ovat olemassa. Pääpaino on kuitenkin selkeästi LEEDTM 2009 Tehokas vedenkäyttö- ja BREEAM Europe Commercial Water -pisteluokissa. Työssä tutkittiin näiden pisteluokkien pisteiden muodostumista ja erityisesti pisteiden takana olevia laskelmia. Olennainen osa insinööriyöstä oli myös vettä säästävillä rakennusratkaisuilla ja toimintaperiaatteilla sekä niiden yhteensovittamisella Suomalaiseen lainsäädäntöön.

Insinööriyöstä onnistuttiin tekemään kattava ja monipuolinen tietopaketti suunnittelijoiden käyttöön. Laskelmista on helppo palata tekstiin ja tekstistä laskelmiin. Insinööri työ soveltuu myös henkilöille, joita kiinnostaa vain pisteluokkien yleiset asiat, kuten pisteiden jakautuminen eri vaihtoehtojen kesken. Varmasti yksi tärkeimmistä asioista missä onnistuttiin, oli suunnittelun rajojen ja Suomen viranomaisten suhtautumisen esille tuominen. Ympäristösertifioinnit ovat vielä melko uusia Suomessa, eikä Suomen lainsäädäntöä tai toimintaperiaatteita ole tehty yhteensopiviksi sertifiointien omien määräysten kanssa, siksi näiden rajojen selventäminen on tärkeää.

Lopputuloksena syntyi informatiivinen suomenkielinen käyttöopas LEEDTM- ja BREEAM-sertifiointeihin, niiden pistejärjestelmiin ja vettä koskeviin laskelmiin. Suunnitteluperusteiden selkeytyminen vähentää epävarmuutta ja Suomen lainsäädännön rajojen tunteminen selkeyttää laskelmien laadintaa. Suunnittelijat ovat avainasemassa sertifiointien läpiviemisessä, joten on ensiarvoisen tärkeää, että he ymmärtävät sertifiointijärjestelmän myös yleisesti. Laskelmien pohjalta voitiin todeta, että Suomessa on nykyisellä lainsäädännöllä todella vaikeaa yltää pisteille vesiluokissa, ellei kiinteistössä kierrätetä esimerkiksi sadevettä. LEEDTM-sertifiointijärjestelmän perusedellytys saadaan kuitenkin saavutetuksi valitsemalla kiinteistöön esimerkiksi valokennosekoittajia tai -venttiileitä, ja leikkaamalla vesivirtaa muutamalla prosenttiyksiköllä.

Lähteet

- 1 Talousvesi . 2012. Verkkodokumentti. Valvira.
<http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi>. Luettu 29.01.2012.
- 2 LEED Practices, Certification, and Accreditation Handbook. 2010. Kubba, Sam. United States of America: Elsevier Inc.
- 3 LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction. 2009 Edition. Washington DC: U.S. Green Building Council.
- 4 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 5 Nyksy, Matti. 2012. Vesihuollon vastaava tutkija, Helsingin Seudun Ympäristö, Helsinki. Puhelinkeskustelu 21.02.2012.
- 6 LEED 2009 for New Construction and Major Renovations rating system. 2011. Verkkodokumentti. U.S Green Building Council.
<<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=8868>>. Luettu 17.01.2012.
- 7 Green Building Council Finland. 2012. Verkkodokumentti. Green Building Council Finland. <<http://figbc.fi/figbc/>>. Luettu 10.03.2012.
- 8 LEED 2009 for Core and Shell rating system. 2011. Verkkodokumentti. U.S Green Building Council. <<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=8870>>. Luettu 17.01.2012.
- 9 ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, I-P Edition. 2007. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- 10 Cottrell, Michelle. 2011. Guidebook to the LEED Certification Process. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- 11 Näkyvä, Jorma. 2012. LVI-insinööri, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, Helsinki. Haastattelu 21.02.2012.
- 12 Reinikainen, Mika. 2012. LVI-osastopäällikkö, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, Helsinki. Haastattelu 21.02.2012.
- 13 Water Use Reduction Additional Guidance. 2011. Verkkodokumentti. U.S Green Building Council. <<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=6493>>. Luettu 24.02.2012.
- 14 Seppänen, Raimo; Kervinen, Martti; Parkkila, Irma; Karkela, Lea; Meriläinen, Pekka. 2006. MAOL taulukot. Helsinki: Otava.
- 15 FMO-Tapiola, puukerrostalon toimistotilat. 2012. Verkkodokumentti. Finnforest. <<http://www.finnforest.fi/ratkaisut/rakentaminen/referenssit/Pages/FMOTapiola.aspx>>. Luettu 02.02.2012.

- 16 Suunnittelu -ohjelmat ja oppaat. 2012. Verkkodokumentti. Gardena.
<<http://www.gardena.com/fi/support/planners-and-guides/>>. Luettu 02.03.2012.
- 17 Salo, Tapio. 2012. Erikoistutkija, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos, Jokioinen. Sähköpostikeskustelu 02.04.2012.
- 18 Agri Life Extension, Texas A&M system. 2012. TexasET Network. Verkkodokumentti. <<http://texaset.tamu.edu/index.php>>. Luettu 07.04.2012.
- 19 Our History. 2012. Verkkodokumentti. BRE.
<<http://www.bre.co.uk/page.jsp?id=1712>>. Luettu 12.03.2012.
- 20 BREEAM Europe Commercial 2009 Assessor Manual. 2009. Garston: BRE Global Ltd.
- 21 Schemes. 2012. Verkkodokumentti. BREEAM.
<<http://www.breeam.org/podpage.jsp?id=54> >. Luettu 11.03.2012.
- 22 BREEAM Europe Commercial 2009 Water Calculator Tool. 2009. Garston: BRE Global Ltd.

Liite 1. LEED™ WE perusedellytys 1, laskut

Tarkemmat selitykset laskentaperiaatteista on kuvattu luvussa 4.2.4.

VEDEN KULUTUKSEN VÄHENEMINEN										WE PERUSEDELLYTYS 1			
	Pinta-ala		Ihmisiä/sf		Ihmismäärät				d/a käytössä				
	(sf)	(m2)	Koko- aikaiset	osa- aikaiset	Kokoaikaiset		Osa-aikaiset						
Kokonaispinta- ala	620000	57598			Miehet	Naiset	Miehet	Naiset					
Myymälän pinta-ala	50000	4645	550	130	45	45	192	192	313				
Ravintolan pinta-ala	20000	1858	435	95	23	23	105	105	313				
Toimistojen pinta-ala	550000	51095	250	0	1100	1100	0	0	265				
YHT:					1168	1168	298	298					
		Käyttökertoja/d (FTE/d)		Käyttökertoja/a (FTE/a)			Virtaama (gpm)		Huuhtelumäärä (gpf tai gpc)		Vuotuinen veden kulutus (kGal)		
Kaluste	Kesto (sek)	koko- aikaiset	Osa- aikaiset	Myymälä	Ravintola	Toimisto	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	
WC, naiset	n/a	3	0,5	233	122	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1577	1171	
WC, miehet	n/a	1	0,1	65	34	1100	n/a	n/a	1,6	1,19	516	383	
Urinaali	n/a	2	0,4	88	88	2200	n/a	n/a	1	0,26	638	169	
Pesuallashana	8	3	0,5	465	243	6600	2,2	1,58	0,29	0,21	578	416	
Suihku	300	0,1	0	9	5	220	2,5	3,01	12,50	15,06	782	942	
Keittiön hana	15	1	0	91	46	2200	2,2	2,98	0,55	0,74	344	466	
Vuotuinen kokonaisvedenkulutus											4435	3548	
% Vähennys vs. LEED perustapaus:													20,00 %

Kaksoishuuhtelu WC:n virtaamat			
	Kpl	gpf	
		Perus- tapaus	Suunn. Tapaus
Miehet, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Naiset, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Miehet ja Naiset, pienhuuhtelukertoja/d	2	1,1	0,79
Miehet ja Naiset, käyttökertoja/d	4		
gpf, yht:		1,35	1,19

SI-yksiköt		
Gal = 3,7854 dm3		
gpm = 0,0631 dm3/s		
Suunnitteluvarot (D1)		
Miehet, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, pienhuuhtelu	3	dm3
Pesuallashana	0,1	dm3/s
Suihku	0,19	dm3/s
Keittiön hana	0,188	dm3/s
Urinaali	0,2	dm3/s

	Laskettu
	Katsottu opinnäytetyön taulukoista 2
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 3
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 4
	95% opinnäytetyön taulukon 4 normivirtaamasta
	94% opinnäytetyön taulukon 4 normivirtaamasta

Yhdysvaltalaisen yksiköiden lyhenteet	
sf	square feet, neliöjalkaa
gpm	gallons per minute, galloniaa minuutissa
gpf	gallons per flush, galloniaa per huuhtelu
gpc	gallons per cycle, galloniaa per kierto
kGal	kilogalloniaa

Liite 2. LEED™ vettä säästävä viherrakentaminen, laskut

Tarkemmat selitykset laskentaperiaatteista on kuvattu luvussa 4.3.5.

VETTÄ SÄÄSTÄVÄ VIHERRAKENTAMINEN								WE1
Kokonais pinta-ala (sf):	62000							
ET ₀ :	8,12							
Suunnittelutapaus:								
Kasvillisuus	Pinta-ala (sf)	Lajikerroin (k _s)	Tiheyskerroin (k _d)	Mikroilmasto kerroin (k _{mc})	K _L	ET _L	IE	TWA (gal)
Pensaat	18600	0,2	1	1,3	0,26	2,11	0,9	27195
Istutukset	31000	0,2	1,1	1,4	0,308	2,50	0,9	53694
Nurmikko	12400	0,7	1	1,2	0,84	6,82	0,63	83678
Kokonaisvedenkulutus TPWA yht:								164568
Vertailutapaus:								
Kasvillisuus	Pinta-ala (sf)	Lajikerroin (k _s)	Tiheyskerroin (k _d)	Mikroilmasto kerroin (k _{mc})	K _L	ET _L	IE	TWA (gal)
Pensaat	18600	0,5	1	1,3	0,65	5,28	0,63	97127
Nurmikko	43400	0,7	1	1,2	0,84	6,82	0,63	292875
Kokonaisvedenkulutus TPWA yht:								390001

Talousveden kokonaissäästö: 57,80 %

	Katsottu taulukosta 7
	Katsottu taulukosta 6
	Laskettu

Liite 3. LEED™ innovatiiviset jätevesiteknologiat, laskut

Tarkemmat selitykset laskentaperiaatteista on kuvattu luvussa 4.4.3.

VEDEN KULUTUKSEN VÄHENEMINEN: D1:N VAATIMUKSILLA										WE 2			
	Pinta-ala		Ihmisiä/sf		Ihmismäärät								
	(sf)	(m2)	koko- aikaiset	osa- aikaiset	Kokoaikaiset		Osa-aikaiset						
Kokonaispin- ta-ala	620000	57598			Miehet	Naiset	Miehet	Naiset	d/a käytös- sä				
Myymlän pinta-ala	50000	4645	550	130	45	45	192	192	313				
Ravintolan pinta-ala	20000	1858	435	95	23	23	105	105	313				
Toimistojen pinta-ala	550000	51095	250	0	1100	1100	0	0	265				
YHT:					1168	1168	298	298					
		Käyttökertoja/d (FTE/d)		Käyttökertoja/a (FTE/a)			Virtaama (gpm)		Huuhtelumäärä (gpf tai gpc)		Vuotuinen veden kulutus (kGal)		
Kaluste	Kesto (sek)	Koko- aikaiset	Osa- aikaiset	Myymlä	Ravintola	Toimisto	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	
WC, naiset	n/a	3	0,5	233	122	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1577	1171	
WC, miehet	n/a	1	0,1	65	34	1100	n/a	n/a	1,6	1,19	516	383	
Urinaali	n/a	2	0,4	88	88	2200	n/a	n/a	1	0,26	638	169	
Vuotuinen kokonaisvedenkulutus											2730	1723	
% Vähennys vs.													
LEED perustapaus:													
36,89 %													

Kaksoishuuhtelu WC:n virtaamat			
	Kpl	gpf	
		Perus-tapaus	Suunn. Tapaus
Miehet, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Naiset, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Miehet ja Naiset, pienhuuhtelukertoja/d	2	1,1	0,79
Miehet ja Naiset, käyttökertoja/d	4		
gpf, yht:		1,35	1,19

SI-yksiköt		
Gal = 3,7854 dm3		
gpm = 0,0631 dm3/s		
Suunnitteluarvot (D1)		
Miehet, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, pienhuuhtelu	3	dm3
Urinaali	0,2	dm3/s

	Laskettu
	Katsottu opinnäytetyön taulukoista 2
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 3
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 4

Yhdysvaltalaisen yksiköiden lyhenteet	
sf	square feet, neliöjalkaa
gpm	gallons per minute, galloniaa minuutissa
gpf	gallons per flush, galloniaa per huuhtelu
gpc	gallons per cycle, galloniaa per kierto
kGal	kilogalloniaa

VEDEN KULUTUKSEN VÄHENEMINEN: EI URINAALEJA										WE 2		
	Pinta-ala		Ihmisiä/sf		Ihmismäärät							
	(sf)	(m2)	Koko-aikaiset	osa-aikaiset	Kokoaikaiset		Osa-aikaiset					
Kokonaispinta-ala	620000	57598			Miehet	Naiset	Miehet	Naiset	d/a käytössä			
Myyälän pinta-ala	50000	4645	550	130	45	45	192	192	313			
Ravintolan pinta-ala	20000	1858	435	95	23	23	105	105	313			
Toimistojen pinta-ala	550000	51095	250	0	1100	1100	0	0	265			
YHT:					1168	1168	298	298				
		Käyttökertoja/d (FTE/d)		Käyttökertoja/a (FTE/a)			Virtaama (gpm)		Huuhtelumäärä (gpf tai gpc)		Vuotuinen veden kulutus (kGal)	
Kaluste	Kesto (sek)	Koko-aikaiset	Osa-aikaiset	Myymäla	Ravintola	Toimisto	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus
WC, naiset	n/a	3	0,5	233	122	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1577	1171
WC, miehet	n/a	3	0,1	156	79	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1517	1127
Urinaali	n/a	0	0	0	0	0	n/a	n/a	1	0,00	0	0
Vuotuinen kokonaisvedenkulutus											3093	2298
% Vähennys vs. LEED perustapaus:												
25,70 %												

Kaksoishuuhtelu WC:n virtaamat			
	Kpl	gpf	
		Perus-tapaus	Suunn. Tapaus
Miehet, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Naiset, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Miehet ja Naiset, pienhuuhtelukertoja/d	2	1,1	0,79
Miehet ja Naiset, käyttökertoja/d	4		
gpf, yht:		1,35	1,19

SI-yksiköt		
Gal =	3,7854 dm3	
gpm =	0,0631 dm3/s	
Suunnitteluarvot (D1)		
Miehet, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, pienhuuhtelu	3	dm3
Urinaali	0	dm3/s

	Laskettu
	Katsottu opinnäytetyön taulukoista 2
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 3
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 4

Yhdysvaltalaisen yksiköiden lyhenteet	
sf	square feet, neliöjalkaa
gpm	gallons per minute, galloniaa minuutissa
gpf	gallons per flush, galloniaa per huuhtelu
gpc	gallons per cycle, galloniaa per kierto
kGal	kilogalloniaa

VEDEN KULUTUKSEN VÄHENEMINEN: KOMPOSTOIVAT URINAALIT											WE 2	
	Pinta-ala		Ihmisiä/sf		Ihmismäärät							
	(sf)	(m2)	Koko-aikaiset	osa-aikaiset	Kokoaikaiset		Osa-aikaiset		d/a käytössä			
Kokonaispinta-ala	620000	57598			Miehet	Naiset	Miehet	Naiset				
Myymälän pinta-ala	50000	4645	550	130	45	45	192	192	313			
Ravintolan pinta-ala	20000	1858	435	95	23	23	105	105	313			
Toimistojen pinta-ala	550000	51095	250	0	1100	1100	0	0	265			
YHT:					1168	1168	298	298				
		Käyttökertoja/d (FTE/d)		Käyttökertoja/a (FTE/a)			Virtaama (gpm)		Huuhtelumäärä (gpf tai gpc)		Vuotuinen veden kulutus (kGal)	
Kaluste	Kesto (sek)	Koko-aikaiset	Osa-aikaiset	Myymälä	Ravintola	Toimisto	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus
WC, naiset	n/a	3	0,5	233	122	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1577	1171
WC, miehet	n/a	1	0,1	65	34	1100	n/a	n/a	1,6	1,19	516	383
Urinaali	n/a	2	0,4	88	88	2200	n/a	n/a	1	0,00	638	0
Vuotuinen kokonaisvedenkulutus											2730	1554
% Vähennys vs. LEED perustapaus:												
43,07 %												

Kaksoishuuhtelu WC:n virtaamat			
	Kpl	gpf	
		Perus-tapaus	Suunn. Tapaus
Miehet, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Naiset, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Miehet ja Naiset, pienhuuhtelukertoja/d	2	1,1	0,79
Miehet ja Naiset, käyttökertoja/d	4		
gpf, yht:		1,35	1,19

SI-yksiköt		
Gal =	3,7854 dm3	
gpm =	0,0631 dm3/s	
Suunnitteluarvot (D1)		
Miehet, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, pienhuuhtelu	3	dm3
Urinaali	0	dm3/s

	Laskettu
	Katsottu opinnäytetyön taulukoista 2
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 3
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 4

Yhdysvaltalaisen yksiköiden lyhenteet	
sf	square feet, neliöjalkaa
gpm	gallons per minute, galloniaa minuutissa
gpf	gallons per flush, galloniaa per huuhtelu
gpc	gallons per cycle, galloniaa per kierto
kGal	kilogalloniaa

VEDEN KULUTUKSEN VÄHENEMINEN: SADEVEDEN OSUUS 50 % HUUHTELUEDESTÄ											WE 2	
	Pinta-ala		Ihmisiä/sf		Ihmismäärät							
	(sf)	(m2)	Koko-aikaiset	osa-aikaiset	Kokoaikaiset		Osa-aikaiset					
Kokonaispinta-ala	620000	57598			Miehet	Naiset	Miehet	Naiset	d/a käytössä			
Myymälän pinta-ala	50000	4645	550	130	45	45	192	192	313			
Ravintolan pinta-ala	20000	1858	435	95	23	23	105	105	313			
Toimistojen pinta-ala	550000	51095	250	0	1100	1100	0	0	265			
YHT:					1168	1168	298	298				
			Käyttökertoja/d (FTE/d)		Käyttökertoja/a (FTE/a)		Virtaama (gpm)		Huuhtelumäärä (gpf tai gpc)		Vuotuinen veden kulutus (kGal)	
Kaluste	Kesto (sek)	Koko-aikaiset	Osa-aikaiset	Myymälä	Ravintola	Toimisto	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus
WC, naiset	n/a	3	0,5	233	122	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1577	586
WC, miehet	n/a	1	0,1	65	34	1100	n/a	n/a	1,6	1,19	516	192
Urinaali	n/a	2	0,4	88	88	2200	n/a	n/a	1	0,26	638	84
Vuotuinen kokonaisvedenkulutus											2730	861
% Vähennys vs. LEED perustapaus:												
68,45 %												

Kaksoishuuhtelu WC:n virtaamat			
	Kpl	gpf	
		Perus-tapaus	Suunn. Tapaus
Miehet, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Naiset, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Miehet ja Naiset, pienhuuhtelukertoja/d	2	1,1	0,79
Miehet ja Naiset, käyttökertoja/d	4		
gpf, yht:		1,35	1,19

SI-yksiköt		
Gal =	3,7854 dm3	
gpm =	0,0631 dm3/s	
Suunnitteluarvot (D1)		
Miehet, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, pienhuuhtelu	3	dm3
Urinaali	0,2	dm3/s

	Laskettu
	Katsottu opinnäytetyön taulukoista 2
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 3
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 4

Yhdysvaltalaisen yksiköiden lyhenteet	
sf	square feet, neliöjalkaa
gpm	gallons per minute, galloniaa minuutissa
gpf	gallons per flush, galloniaa per huuhtelu
gpc	gallons per cycle, galloniaa per kierto
kGal	kilogalloniaa

Liite 4. LEED™ veden kulutuksen väheneminen, laskut

Tarkemmat selitykset laskentaperiaatteista on kuvattu luvuissa 4.2.4 ja 4.5.

VEDEN KULUTUKSEN VÄHENEMINEN: 70 % D1:N NOMRIVIRTAAMISTA										WE 3		
	Pinta-ala		Ihmisiä/sf		Ihmismäärät							
	(sf)	(m2)	koko-aikaiset	osa-aikaiset	Kokoaikaiset		Osa-aikaiset					
Kokonaispinta-ala	620000	57598			Miehet	Naiset	Miehet	Naiset	d/a käytössä			
Myymlän pinta-ala	50000	4645	550	130	45	45	192	192	313			
Ravintolan pinta-ala	20000	1858	435	95	23	23	105	105	313			
Toimistojen pinta-ala	550000	51095	250	0	1100	1100	0	0	265			
YHT:					1168	1168	298	298				
			Käyttökertoja/d (FTE/d)		Käyttökertoja/a (FTE/a)		Virtaama (gpm)		Huuhtelumäärä (gpf tai gpc)		Vuotuinen veden kulutus (kGal)	
Kaluste	Kesto (sek)	Koko-aikaiset	Osa-aikaiset	Myymlä	Ravintola	Toimisto	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus
WC, naiset	n/a	3	0,5	233	122	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1577	1171
WC, miehet	n/a	1	0,1	65	34	1100	n/a	n/a	1,6	1,19	516	383
Urinaali	n/a	2	0,4	88	88	2200	n/a	n/a	1	0,32	638	202
Pesuallashana	8	3	0,5	465	243	6600	2,2	1,11	0,29	0,15	578	291
Suihku	300	0,1	0	9	5	220	2,5	2,22	12,50	11,09	782	694
Keittiön hana	15	1	0	91	46	2200	2,2	2,22	0,55	0,55	344	347
Vuotuinen kokonaisvedenkulutus											4435	3090
% Vähennys vs. LEED perustapaus:												
30,33 %												

Kaksoishuuhtelu WC:n virtaamat			
	Kpl	gpf	
		Perus-tapaus	Suunn. Tapaus
Miehet, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Naiset, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Miehet ja Naiset, pienhuuhtelukertoja/d	2	1,1	0,79
Miehet ja Naiset, käyttökertoja/d	4		
gpf, yht:		1,35	1,19

SI-yksiköt		
Gal =	3,7854 dm3	
gpm =	0,0631 dm3/s	
Suunnitteluarvot (D1)		
Miehet, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, pienhuuhtelu	3	dm3
Pesuallashana	0,07	dm3/s
Suihku	0,14	dm3/s
Keittiön hana	0,14	dm3/s
Urinaali	0,2	dm3/s

	Laskettu
	Katsottu opinnäytetyön taulukoista 2
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 3
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 4
	70% opinnäytetyön taulukon 4 normivirtaamasta
	70% opinnäytetyön taulukon 4 normivirtaamasta

Yhdysvaltalaisen yksiköiden lyhenteet	
sf	square feet, neliöjalkaa
gpm	gallons per minute, galloniaa minuutissa
gpf	gallons per flush, galloniaa per huuhtelu
gpc	gallons per cycle, galloniaa per kierto
kGal	kilogalloniaa

VEDEN KULUTUKSEN VÄHENEMINEN: SADEVEDEN/KIERRÄTETYN VEDEN OSUUS HUUHTELUSSA 50 %											WE3		
	Pinta-ala		Ihmisiä/sf		Ihmismäärät								
	(sf)	(m2)	koko-aikaiset	osa-aikaiset	Kokoaikaiset		Osa-aikaiset						
Kokonaispinta-ala	620000	57598			Miehet	Naiset	Miehet	Naiset	d/a käytössä				
Myymän pinta-ala	50000	4645	550	130	45	45	192	192	313				
Ravintolan pinta-ala	20000	1858	435	95	23	23	105	105	313				
Toimistojen pinta-ala	550000	51095	250	0	1100	1100	0	0	265				
YHT:					1168	1168	298	298					
			Käyttökertoja/d (FTE/d)		Käyttökertoja/a (FTE/a)			Virtaama (gpm)		Huuhtelumäärä (gpf tai gpc)		Vuotuinen veden kulutus (kGal)	
Kaluste	Kesto (sek)	Koko-aikaiset	Osa-aikaiset	Myymäla	Ravintola	Toimisto	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	Perus tapaus	Suunn. tapaus	
WC, naiset	n/a	3	0,5	233	122	3300	n/a	n/a	1,6	1,19	1577	586	
WC, miehet	n/a	1	0,1	65	34	1100	n/a	n/a	1,6	1,19	516	192	
Urinaali	n/a	2	0,4	88	88	2200	n/a	n/a	1	0,26	638	84	
Pesuallashana	8	3	0,5	465	243	6600	2,2	1,58	0,29	0,21	578	416	
Suihku	300	0,1	0	9	5	220	2,5	2,92	12,50	14,60	782	913	
Keittiön hana	15	1	0	91	46	2200	2,2	2,95	0,55	0,74	344	461	
Vuotuinen kokonaisvedenkulutus											4435	2653	
% Vähennys vs. LEED perustapaus:													40,19 %

Kaksoishuuhtelu WC:n virtaamat			
	Kpl	gpf	
		Perus-tapaus	Suunn. Tapaus
Miehet, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Naiset, täyshuuhtelu kertoja/d	1	1,6	1,59
Miehet ja Naiset, pienhuuhtelukertoja/d	2	1,1	0,79
Miehet ja Naiset, käyttökertoja/d	4		
gpf, yht:		1,35	1,19

SI-yksiköt		
Gal =	3,7854 dm3	
gpm =	0,0631 dm3/s	
Suunnitteluarvot (D1)		
Miehet, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, täyshuuhtelu	6	dm3
Naiset, pienhuuhtelu	3	dm3
Pesuallashana	0,1	dm3/s
Suihku	0,1842	dm3/s
Keittiön hana	0,186	dm3/s
Urinaali	0,2	dm3/s

	Laskettu
	Katsottu opinnäytetyön taulukoista 2
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 3
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 4
	92,1% opinnäytetyön taulukon 4 normivirtaamasta
	93% opinnäytetyön taulukon 4 normivirtaamasta

Yhdysvalalaisten yksiköiden lyhenteet	
sf	square feet, neliöjalkaa
gpm	gallons per minute, galloniaa minuutissa
gpf	gallons per flush, galloniaa per huuhtelu
gpc	gallons per cycle, galloniaa per kierto
kGal	kilogalloniaa

Liite 5. BREEAM – kokonaisarvosanan laskeminen

Tarkemmat selitykset laskentaperiaatteista on kuvattu luvussa 6.3.2 ja erityisesti sivulla 57.

BREEAM kategoria	Saavutetut pisteet	Kategorian maksimipisteet	Saavutettu %	Kategorian painotus	Kategorian saavutus
Hallinta	7	11	63,64 %	0,12	7,64 %
Terveys ja hyvinvointi	11	16	68,75 %	0,15	10,31 %
Energia	15	26	57,69 %	0,19	10,96 %
Liikenne	8	12	66,67 %	0,08	5,33 %
Vesi	6	10	60,00 %	0,06	3,60 %
Materiaalit	7	13	53,85 %	0,13	6,73 %
Jäte	4	7	57,14 %	0,08	4,29 %
Maankäyttö ja ekologisuus	4	10	40,00 %	0,10	4,00 %
Saasteet	8	13	61,54 %	0,10	6,15 %
Innovaatiot	2	10	20,00 %	0,10	2,00 %
Lopullinen BREEAM saavutus				61,01 %	
BREEAM arvosana				VERY GOOD	
BREEAM 'Very Good' -luokan minimivaatimukset				Saavutettu ?	
Man 4 - Rakennuksen käyttöopas				✓	
Hea 4 - Suurtaajuus valaistus				✓	
Ene 2 - Merkittävien energialähteiden mittaus				✓	
Wat 1 - Vedenkulutus				✓	

Liite 6. BREEAM Wat 1 - veden kulutuksen laskenta

Tarkemmat selitykset laskentaperiaatteista on kuvattu luvussa 6.4.1.

BREEAM Wat 1, D1:n virtaamavaatimuksilla							
Työpäiviä vuodessa:		252					
Kaluste	Virtaama				Suhde (%)	Päivittäiset käyttökerrat/hlö	m³/hlö/a
	kesto (s)	l/s	l	l/min			
WC¹	n/a	n/a	4,5	n/a	0,6	2,3	1,56
WC²	n/a	n/a	6	n/a	0,4	2,3	1,39
Urinaalit	5	0,2	1	n/a	1	2	0,50
Käsienpesualtaat	40	0,07	2,67	4	1	2,5	1,68
Suihkut	300	0,13	40	8	1	0,1	1,01
Vedenkulutus henkilöä kohti vuodessa (m³):							6,15
BREEAM-pisteitä:							0
<div> <div>WC¹= Kaksoishuuhtelu WC</div> <div>WC²= Ei kaksoishuuhtelua</div> <div></div> <div>Laskettu</div> <div>D1:n mukaiset virtaamavaatimukset, käsienpesualtaille ja suihkuille 2/3 virtaamasta</div> <div>Katsottu opinnäytetyön taulukosta 13</div> </div>							
Suunnittelutapaus (D1)							
WC, täyshuuhtelu		6 l					
WC, pienhuuhtelu		4 l					
urinaali		0,2 l/s					
pesuallas		0,1 l/s					
suihku		0,2 l/s					

BREEAM Wat 1, Yhden pisteen saavutus							
Työpäiviä vuodessa:		252					
Kaluste	Virtaama				Suhde (%)	Päivittaiset käyttökerrat/hlö	m³/hlö/a
	kesto (s)	l/s	l	l/min			
WC¹	n/a	n/a	4,5	n/a	0,6	2,3	1,56
WC²	n/a	n/a	5,76	n/a	0,4	2,3	1,34
Urinaalit	5	0,18	0,9	n/a	1	2	0,45
Käsienpesualtaat	40	0,05	2,13	3,2	1	2,5	1,34
Suihkut	300	0,11	32	6,4	1	0,1	0,81
Vedenkulutus henkilöä kohti vuodessa (m³):							5,50
BREEAM-pisteitä:							1
WC¹= Kaksoishuuhtelu WC WC²= Ei kaksoishuuhtelua							
	Laskettu						
	D1:n mukaiset virtaamavaatimukset						
	Katsottu opinnäytetyön taulukosta 13						
	80 % D1:n virtaamavaatimuksesta						
	90 % D1:n virtaamavaatimuksesta						
	96 % D1:n virtaamavaatimuksesta						
Huom! Käsienpesualtaiden ja suihkujen suunnittelutapauksen virtaama on BREEAM:n mukaan 2/3 normivirtaamasta.							

BREEAM Wat 1, 70 % D1:n virtaamavaatimuksista																						
Työpäiviä vuodessa:		252																				
Kaluste	Virtaama				Suhde (%)	Päivittaiset käyttökerrat/hlö	m³/hlö/a															
	kesto (s)	l/s	l	l/min																		
WC¹	n/a	n/a	3,42	n/a	0,6	2,3	1,19															
WC²	n/a	n/a	4,2	n/a	0,4	2,3	0,97															
Urinaalit	5	0,14	0,7	n/a	1	2	0,35															
Käsienpesualtaat	40	0,05	1,87	2,8	1	2,5	1,18															
Suihkut	300	0,09	28	5,6	1	0,1	0,71															
Vedenkulutus henkilöä kohti vuodessa (m³):							4,40															
BREEAM-pisteitä:							2															
<div><div>WC¹= Kaksoishuuhdeltu WC</div><div>WC²= Ei kaksoishuuhdeltua</div><div><div>Laskettu</div><div>D1:n mukaiset virtaamavaatimukset</div><div>Katsottu opinnäytetyön taulukosta 13</div></div></div>																						
					<div>Suunnittelutapaus (D1)</div> <table><tr><td>WC, täyshuuhdeltu</td><td>6 l</td><td></td></tr><tr><td>WC, pienhuuhdeltu</td><td>4 l</td><td></td></tr><tr><td>urinaali</td><td>0,2 l/s</td><td></td></tr><tr><td>pesuallas</td><td>0,1 l/s</td><td></td></tr><tr><td>suihku</td><td>0,2 l/s</td><td></td></tr></table>			WC, täyshuuhdeltu	6 l		WC, pienhuuhdeltu	4 l		urinaali	0,2 l/s		pesuallas	0,1 l/s		suihku	0,2 l/s	
WC, täyshuuhdeltu	6 l																					
WC, pienhuuhdeltu	4 l																					
urinaali	0,2 l/s																					
pesuallas	0,1 l/s																					
suihku	0,2 l/s																					
Huom! Käsienpesualtaiden ja suihkujen suunnittelutapauksen virtaama on BREEAM:n mukaan 2/3 normivirtaamasta.																						